



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Gestionale

*E-Mobility: analisi tecnico-economica per la conversione alla
mobilità elettrica del trasporto aziendale*

*E-Mobility: technical-economic analysis for the conversion of
management transport to electric mobility*

Relatore:

Prof. Corvaro Francesco

Tesi di Laurea di:

Fonzi Lorenzo

Anno accademico 2019/2020

INDICE

INTRODUZIONE.....	7
1. SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE: MOBILITÀ.....	9
1.1. DECARBONIZZAZIONE DELLA MOBILITÀ.....	9
1.1.1. Ridurre l'esigenza degli spostamenti.....	10
1.1.2. Modalità alternative di trasporto.....	11
1.1.3. Miglioramento dell'efficienza e combustibili alternativi.....	12
1.2. CLIMA-ENERGIA.....	13
1.2.1. Principali strategie.....	13
1.3. ITALIA: PNIEC 2020.....	16
1.3.1. Settore trasporti.....	19
2. MOBILITÀ ELETTRICA.....	22
2.1. L'AUTO ELETTRICA.....	22
2.1.1. Cenni storici.....	23
2.2. TIPOLOGIE DI AUTO.....	24
2.2.1. Veicoli convenzionali-motore endotermico.....	25
2.2.2. Veicoli ibridi Plug-in (PHEV).....	25
2.2.3. Veicoli ibridi elettrici (HEV).....	26
2.2.4. Veicoli ibridi Range-Extended (REEV).....	27
2.2.5. Veicoli elettrici a batteria (BEV).....	28
2.2.6. Veicoli a Fuel-cell a idrogeno (FCEV).....	28
2.3. SCENARI DI SVILUPPO.....	29

2.3.1.	Trend mercato autovetture ad alimentazione alternativa.....	30
2.3.2.	Mercato auto dei major markets europei.....	32
2.3.3.	Trend mercato auto elettriche.....	33
2.4.	MOBILITÀ AZIENDALE.....	34
2.4.1.	Sondaggio sulle forme di mobilità aziendali.....	35
2.4.2.	Focus auto elettriche.....	36
3.	ANALISI TECNICO-ECONOMICA: caso Tralfo.....	38
3.1.	ANALISI DEI COSTI E DEI RICAVI.....	38
3.1.1.	Sviluppo del problema.....	39
3.2.	ANALISI DEL PARCO AUTO AZIENDALE.....	40
3.2.1.	Metodo di calcolo.....	42
3.2.2.	Panoramica flotta aziendale: costi ed emissioni.....	43
3.3.	INSERIMENTO VEICOLI ELETTRICI: caso senza fotovoltaico....	48
3.3.1.	Metodo di calcolo.....	49
3.3.2.	1° Scenario.....	52
3.3.3.	2° Scenario.....	56
3.3.4.	3° Scenario.....	59
3.4.	INSERIMENTO AUTO ELETTRICHE: con fotovoltaico.....	61
3.4.1.	Mobilità elettrica-impianto FV.....	61
3.5.	INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	63
3.5.1.	1° Scenario: con fotovoltaico.....	66
3.5.2.	2° Scenario: con fotovoltaico.....	67
3.5.3.	3° Scenario: con fotovoltaico.....	68
4.	INFRASTRUTTURE DI RICARICA.....	70

4.1. TIPOLOGIA DI RICARICA.....	70
4.1.1. Ricarica conduttiva.....	70
4.1.2. Ricarica stazionaria.....	71
4.2. MODI DI RICARICA: differenti tipologie.....	72
4.2.1. Modo 1.....	72
4.2.2. Modo 2.....	72
4.2.3. Modo 3.....	72
4.2.4. Modo 4.....	73
4.3. I CONNETTORI DI RICARICA: le differenti tipologie.....	73
4.3.1. Tipo 1.....	74
4.3.2. Tipo 2.....	74
4.3.3. Tipo 3A.....	75
4.3.4. Tipo 3C.....	75
4.3.5. Connettori di ricarica in base al parco auto a disposizione.....	75
4.4. COLONNINE DI RICARICA INDIVIDUATA.....	77
4.4.1. Analisi dei costi.....	78
4.4.2. Scheda tecnica colonnine da installare.....	79
4.5. VALUTAZIONE DI INVESTIMENTO.....	79
CONCLUSIONI.....	81

INTRODUZIONE

Questa trattazione vuole conciliare due aspetti fondamentali: sostenibilità ambientale e risparmi economici. Attraverso questo studio personale cercherò di analizzare a livello economico e sociale il processo di elettrificazione dei veicoli stradali nei Paesi europei, confrontando l'Italia con questi e andando nello specifico ad effettuare una valutazione tecnico-economica di una piccola impresa sulla possibilità di riconvertire la flotta aziendale in e-mobility. Così il mio intento sarà quello di illustrare una possibile rivoluzione aziendale concentrata sulla riqualificazione energetica con particolare attenzione alla modernizzazione del parco auto aziendale in auto elettriche. Analizzati i costi e risparmi del primo studio, affronterò un'ulteriore analisi sulla possibilità di realizzare un'infrastruttura di ricarica appositamente piazzata nello spazio aziendale in modo da offrire un servizio di ricarica in loco, durante le ore di servizio. A tale infrastruttura verrà abbinato un impianto fotovoltaico al fine di ottimizzare il nuovo contesto aziendale permettendo di sfruttare energia pulita per le auto e risparmiare sui costi di gestione periodici dell'azienda. Cercherò di portare avanti una ricerca che può essere utile in ottica futura di una riconversione della maggior parte delle flotte aziendali delle piccole imprese italiane, che rappresentano la base dell'economia del Paese e che potrebbero incidere positivamente in termini di sostenibilità, cultura e responsabilità sociale, educando le nuove generazioni ad una nuova soluzione di mobilità.

L'argomento di tesi pone le sue basi proprio sul contributo della mobilità elettrica alla sostenibilità e al cambiamento nella cultura e nelle abitudini relative ai trasporti. In primis andremo a vedere quali sono i problemi legati alla diffusione di auto ad alimentazione convenzionale per poi passare alle strategie nazionali e internazionali messe in campo per fronteggiare questi. Prima di entrare nel pieno dell'analisi verranno riportate le diverse tipologie di auto elettriche e piccoli spunti sulla loro storia. A questo punto la tesi pone la sua attenzione sulla valutazione tecnico-

economica dell'azienda in questione che seguirà un preciso metodo di calcolo con diversi step da seguire. Una volta elaborati i costi e gli eventuali risparmi, per finire, verrà preso in considerazione un possibile dimensionamento dell'infrastruttura di ricarica da inserire nel parcheggio aziendale. Per concludere verranno illustrate e riportate in breve le conclusioni dello studio portato avanti durante il corso di questa tesi.

Questo studio nasce grazie alla collaborazione con l'azienda Tralfo, dei fratelli Fonzi, a cui rivolgo un particolare ringraziamento. Merito sia della loro intenzione di dirigersi verso una strada innovativa ma allo stesso tempo sostenibile che alle nozioni apprese dal professore Corvaro Francesco a cui sono grato per avermi spinto ad entrare nel mondo dell'elettrico e dunque ad affrontare questo studio.

CAPITOLO 1

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE: MOBILITÀ

1.1 DECARBONIZZAZIONE DELLA MOBILITÀ

La mobilità è un valore condiviso fondamentale nella società contemporanea ed è divenuta una questione chiave nelle aree urbane, sia nel mondo sviluppato che in via di sviluppo.

Negli ultimi cinquanta anni le automobili hanno consentito maggiore flessibilità alle persone nella scelta del luogo di lavoro e di quello di residenza, assicurando maggiore accessibilità ai servizi primari, come scuole, ospedali, aree commerciali. Allo stesso tempo, la mobilità deve essere sostenibile, in termini di sicurezza e di impatto sull'ambiente. Il settore trasporto utilizza prevalentemente combustibili fossili e contribuisce in modo rilevante alle emissioni di gas inquinanti, dannosi per la salute, e di gas ad effetto serra, responsabili di alterazioni del clima. Occorre pertanto passare a una modalità più sostenibile di trasporto, un modello “low carbon”, riducendo l'esigenza degli spostamenti, ricorrendo a modalità alternative di trasporto, progettando e immettendo sul mercato veicoli energeticamente più efficienti e meno dipendenti dai combustibili fossili. Attualmente i Governi sono soprattutto concentrati su questo aspetto e “Mobilità pulita” è divenuto un tema importante. Questo ha portato ad adottare programmi e misure finalizzate a ridurre sostanzialmente le emissioni di carbonio dei veicoli privati e commerciali, al fine di raggiungere l'obiettivo fissato a

livello UE di riduzione delle emissioni di gas serra, da parte del settore trasporti, del 20% entro il 2020, rispetto al livello del 1990.



Figura 1: “Piano 20 20 20: pacchetto clima – energia” [Fonte: GEU]

La locuzione “decarbonizzazione del trasporto” è correntemente impiegata per definire la minore dipendenza dai combustibili fossili attraverso la riduzione percentuale del carbonio contenuto nel combustibile utilizzato nei veicoli. Il reale significato è più ampio, rappresentando l’insieme di azioni capaci di ridurre le emissioni di CO₂ preservando la capacità del sistema di trasporto. Possiamo affrontare il problema delle emissioni di CO₂ nel trasporto distinguendo tre approcci:

- Ridurre l’esigenza degli spostamenti;
- Modalità alternative di trasporto;
- Miglioramento dell’efficienza e combustibili alternativi.

1.1.1 Ridurre l’esigenza degli spostamenti

Il primo criterio è fondato sulla rivisitazione delle politiche sociali prese a modello nella costruzione dei rapporti produttivi, economici e relazionali all’interno delle realtà urbane. Ridurre il numero di spostamenti è l’elemento cardine su cui agire e questo è ormai realizzabile attraverso l’uso degli strumenti telematici. Con essi è possibile espletare attività economiche e lavorative, non direttamente connesse alla esigenza della produzione materiale, o provvedere ad acquisti o partecipare ad attività di intrattenimento senza muoversi da un punto all’altro delle nostre città. Ma meglio ancora tecnici del settore sono chiamati a rimodellare il tessuto cittadino e l’organizzazione urbana per costruire un insieme autosufficiente capace di fornire servizi adeguati sul territorio per rispondere alle esigenze degli abitanti, evitando che questi siano obbligati a continui spostamenti. Periferie senza servizi, centri urbani

dedicati alle attività ludiche, grandi aree suburbane destinate ad aree commerciali o uffici provocano una continua domanda di viaggi e spesso in carenza di trasporti collettivi producono flussi elevati di veicoli e di emissioni. Insediamenti compatti richiedono minori distanze da percorrere che possono essere soddisfatti anche con modi a bassa energia e bassa emissione di CO₂ quali biciclette o a piedi.

1.1.2 Modalità alternative di trasporto

Il secondo criterio affronta il problema della minore emissione di CO₂ tramite una scelta attenta del modo con cui eseguire i viaggi. L'efficienza energetica del modo di viaggio ossia i MJ₁ per passeggero-km rappresentano il criterio di paragone per offrire la stessa capacità di spostamento a costi energetici inferiori e quindi a minori emissioni di CO₂. Andare a piedi o in bicicletta è sicuramente maggiormente efficiente su brevi distanze mentre il treno lo è rispetto all'auto su distanze maggiori. Ma i nuovi sistemi di trasporto basati sulla condivisione dei veicoli e dei viaggi offrono alternative per attivare riduzioni di emissioni sfruttando meglio il numero di passeggeri per viaggio o permettendo di pianificare un viaggio con scelte adottate in modo da rendere più efficiente il percorso e la spesa di energia secondo i km-passeggero. Una mobilità sostenibile deve, quindi, essere rivalutata e rimodellata al fine di contribuire ad una nuova realtà efficiente, incentivando la mobilità collettiva e "green".

1.1.3 Miglioramento dell'efficienza e combustibili alternativi

L'innovazione tecnologica è la leva utilizzata dai costruttori di veicoli per venire incontro all'esigenza di rispettare i limiti emissivi di CO₂ imposti dalla legislazione per contenere le emissioni specifiche dei motori a combustione interna. I paesi della Comunità Europea hanno previsto al 2021 l'adozione del target di 95 gCO₂/km per i veicoli passeggeri indicando un ancora più ambizioso limite, inferiore del 30% al 2030. Il limite è definito a livello di flotta attraverso una curva calibrata in funzione del peso del veicolo (veicoli più pesanti possono emettere di più di quelli più leggeri). La riduzione dei consumi è il primo passo per abbattere le emissioni di CO₂. Grazie

¹ MJ= MegaJoule, unità di misura utilizzata per esprimere la quantità di energia dispensabile allo spostamento

all'apertura della realizzazione di infrastrutture per la distribuzione di combustibili in sostituzione di benzina e gasolio, si avvantaggia sia l'emissione di CO₂ ma anche la minore dipendenza dei trasporti dai combustibili liquidi derivati dal petrolio. Grazie ad alcune precise direttive il gas naturale compresso (GNC) e il gas di petrolio liquefatto (GPL) sono riconosciuti come combustibili gassosi alternativi insieme al gas naturale liquefatto (GNL), all'idrogeno ed all'elettricità.

L'utilizzo dell'energia elettrica quale fonte energetica per la mobilità assume un ruolo importante nella riduzione della dipendenza dalle fonti fossili per il settore del trasporto. Questa si attua in relazione alla diversa composizione degli impianti di generazione nei vari sistemi elettrici nazionali. In Italia, ad esempio, la produzione elettrica è fornita da un mix energetico basato su termoelettrico e fonti rinnovabili. Al 2017 il 31% della produzione elettrica è stato soddisfatto dalle fonti rinnovabili mentre il rimanente da gas naturale, carbone e altre fonti.

L'elettrico si posiziona ottimamente rispetto ai valori limiti emissivi EU sia al 2021 che nello scenario futuro di una ulteriore riduzione del 30%, come si evince dalla retta in blu nella *figura 2*.

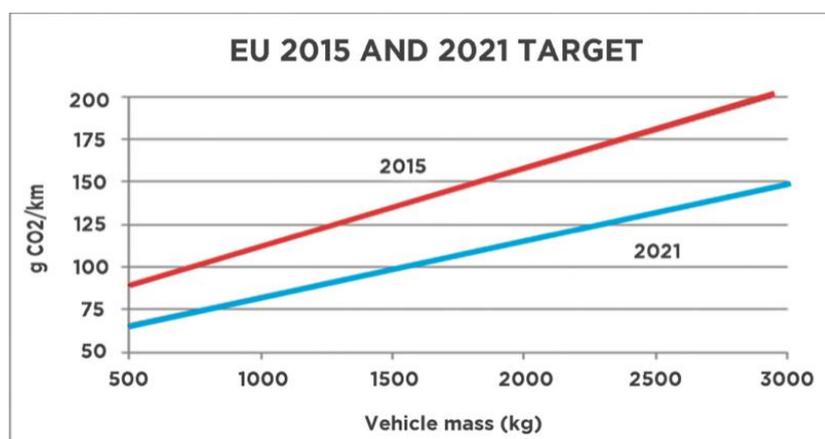


Figura 2: Curve per individuare i limiti emissivi per la CO₂ al 2021 [Fonte: ENEA]

La elettrificazione del parco veicoli rappresenta una rilevante opportunità per ottimizzare la decarbonizzazione dei trasporti e la “e-mobility” è sempre più vista come una delle politiche più promettenti da perseguire: la UE ha promosso i veicoli elettrici come parte della strategia per una energia competitiva, sostenibile e pulita;

molti Stati membri hanno adottato un ampio quadro di politiche, piani e incentivi per promuovere la mobilità elettrica; le case automobilistiche stanno lanciando sul mercato nuovi veicoli elettrici e continuano a sviluppare nuove tecnologie.

1.2 CLIMA-ENERGIA

Come accennato nel paragrafo precedente, l'UE ha sviluppato un'idea chiara di sostenibilità con particolare importanza verso il settore dei trasporti. Per operare questa transizione verso un modello più sostenibile e a basse emissioni, in ambito europeo e mondiale, si stanno facendo numerosi passi avanti. A questo proposito, sono state attivate numerose strategie in riferimento al pacchetto clima-energia, che si prefiggono target ambiziosi. Ripercorriamo i passi essenziali verso lo sviluppo sostenibile.

1.2.1 Principali strategie

-Strategia europea "Europa 2020", marzo 2010, strategia mirata ad una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva, che mira a promuovere veicoli "green" incentivando la ricerca, fissando standard comuni e sviluppando l'infrastruttura necessaria. Nello specifico la Commissione ha fissato degli obiettivi già citati in precedenza, da raggiungere entro il 2020, proponendo i traguardi "20-20-20" in materia di clima ed energia:

- Ridurre le emissioni di gas effetto serra del 20% rispetto ai livelli del 1990;
- Coprire il 20% del fabbisogno di energia con fonti rinnovabili;
- Aumentare del 20% l'efficienza energetica.

- Strategia europea "Trasporti 2050", marzo 2011, Questa strategia mira sicuramente a ridurre la dipendenza dalle importazioni di petrolio, portando una significativa riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti fino al 60% (rispetto al 1990) entro la metà del secolo. Per quanto riguarda il trasporto urbano, in particolare, si prevede una progressiva transizione verso auto e carburanti più puliti; entro il 2030 con un

ordine del 50%, l'abbandono delle auto ad alimentazione convenzionale², fino ad escluderle gradualmente dalle città entro il 2050.

- “Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile”, a settembre 2015, è un piano d’azione sottoscritto da 193 Paesi membri dell’Organizzazione delle Nazioni Unite, che ingloba 17 obiettivi, Sustainable Development Goals, (SDGs), in un ambizioso programma di 169 “target” che i Paesi membri si sono impegnati a perseguire entro il 2030. La mobilità intelligente e sostenibile diventa un indice importante per lo sviluppo di ogni paese, ed è per questo che investe un ruolo di rilievo per il raggiungimento di questi obiettivi.



Figura 3: agenda 2030: gli obiettivi per lo sviluppo sostenibile. [Fonte: unric.org]

Alcuni dei target analizzati all'interno dell'Agenda 2030:

Target 7.1 “Garantire entro il 2030 accesso a servizi energetici che siano convenienti, affidabili e moderni.”

Target 7.a. “Accrescere entro il 2030 la cooperazione internazionale per facilitare l’accesso alla ricerca e alle tecnologie legate all’energia pulita – comprese le risorse

² alimentazione convenzionale= alimentazione con combustibili provenienti dal petrolio, convenzionalmente utilizzati nel periodo corrente per la maggior parte dei veicoli.

rinnovabili, l'efficienza energetica e le tecnologie di combustibili fossili più avanzate e pulite – e promuovere gli investimenti nelle infrastrutture energetiche e nelle tecnologie dell'energia pulita.”

Target 9.4. “Migliorare entro il 2030 le infrastrutture e riconfigurare in modo sostenibile le industrie, aumentando l'efficienza nell'utilizzo delle risorse e adottando tecnologie e processi industriali più puliti e sani per l'ambiente, facendo sì che tutti gli stati si mettano in azione nel rispetto delle loro rispettive capacità.”

Target 11.2. “Entro il 2030, garantire a tutti l'accesso a un sistema di trasporti sicuro, conveniente, accessibile e sostenibile, migliorando la sicurezza delle strade, in particolar modo potenziando i trasporti pubblici, con particolare attenzione ai bisogni di coloro che sono più vulnerabili, donne, bambini, persone con invalidità e anziani.”

Target 12.4. “Entro il 2020, raggiungere la gestione eco-compatibile di sostanze chimiche e di tutti i rifiuti durante il loro intero ciclo di vita, in conformità ai quadri internazionali concordati, e ridurre sensibilmente il loro rilascio in aria, acqua e suolo per minimizzare il loro impatto negativo sulla salute umana e sull'ambiente.”

Target 12.6 “Incoraggiare le imprese, in particolare le grandi aziende multinazionali, ad adottare pratiche sostenibili e ad integrare le informazioni sulla sostenibilità nei loro resoconti annuali.”

-“*Accordo di Parigi, Dicembre 2015*”, è l'accordo raggiunto durante la conferenza sul clima “COP 21 di Parigi”, dove 195 paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale. Nel Giugno del 2017, gli Stati Uniti annunciarono il loro ritiro, senza però causare l'indietreggiamento degli altri Stati firmatari che confermarono il loro impegno preso.

L'accordo definisce un piano d'azione globale per mantenere l'innalzamento della temperatura sotto i 2° C e, se possibile, anche sotto 1,5° C. La sfida per raggiungere gli obiettivi prefissati si giocherà in particolare nelle città, a mostrarlo è un rapporto dell'International Energy Agency (IEA) “Energy Technology Perspectives”, in cui si mostra che, proprio le aree urbane avranno un ruolo fondamentale nella riduzione delle emissioni, dove edifici e settore dei trasporti saranno i protagonisti.

-strategia europea “Europa 2030”, ottobre 2014/2018, il quadro 2030 per il clima e l'energia comprende obiettivi e obiettivi politici a livello dell'UE per il periodo dal 2021 al 2030.

Obiettivi chiave per il 2030:

- una riduzione almeno del 40% delle **emissioni di gas a effetto serra** (rispetto ai livelli del 1990);
- una quota almeno del 32% di **energia rinnovabile**;
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'**efficienza energetica**.

Gli obiettivi in materia di energie rinnovabili e di efficienza energetica sono stati rivisti al rialzo nel 2018. In merito al Quadro, è stato proclamato il “*REGOLAMENTO (UE) 2018/1999*” con cui gli stati membri sono tenuti ad adottare piani nazionali integrati per l'energia e il clima per il periodo 2021-2030. Gli Stati membri dovevano presentare i loro progetti di piani entro la fine del 2018 e i piani definitivi entro la fine del 2019.

1.3 ITALIA: PNIEC 2020

In relazione a quanto detto nel precedente paragrafo, l'Italia come il resto degli Stati membri, si è impegnata a stilare un piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC). Andando ad analizzare il piano è possibile focalizzarsi sugli obiettivi da raggiungere in campo delle rinnovabili, soprattutto per quanto riguarda il settore dei trasporti.

Secondo quanto dichiarato dall' articolo 4, lettera “a”, punto 2 del *Regolamento Governance*: “Al fine di conseguire l'obiettivo vincolante dell'UE di almeno il 32% di energia rinnovabile nel 2030 di cui all'articolo 3 della Direttiva (UE) 2018/2001, un contributo in termini di quota dello Stato membro di energia da fonti rinnovabili nel consumo lordo di energia finale nel 2030; a partire dal 2021 tale contributo segue una traiettoria indicativa entro il 2022, la traiettoria indicativa raggiunge un punto di riferimento pari ad almeno il 18 % dell'aumento totale della quota di energia da fonti rinnovabili...” ”...Entro il 2025, la traiettoria indicativa raggiunge un punto di

riferimento pari ad almeno il 43 % dell'aumento totale della quota di energia da fonti rinnovabili...” “...Entro il 2027, la traiettoria indicativa raggiunge un punto di riferimento pari ad almeno il 65 % dell'aumento totale della quota di energia da fonti rinnovabili tra l'obiettivo nazionale vincolante per il 2020 dello Stato membro interessato e il suo contributo all'obiettivo 2030.” “Le traiettorie indicative degli Stati membri, nel loro insieme, concorrono al raggiungimento dei punti di riferimento dell'Unione nel 2022, 2025 e 2027 e all'obiettivo vincolante dell'Unione di almeno il 32 % di energia rinnovabile nel 2030”.

Preso in considerazione tale articolo definito dal *Regolamento Governance*, l'Italia intende perseguire un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili, delineando un percorso di crescita sostenibile delle fonti rinnovabili con la loro piena integrazione nel sistema. In particolare, l'obiettivo per il 2030 prevede un consumo finale lordo di energia di 111 Mtep³, di cui circa 33 Mtep da fonti rinnovabili.

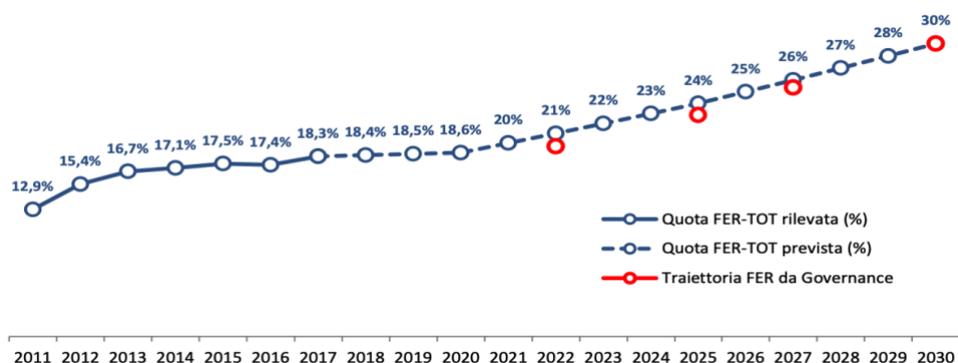


Figura 4:Traiettoria della quota FER complessiva [Fonte: GSE e RSE]

In *figura 4* appena vista, si può osservare come la previsione sull'utilizzo delle FER⁴ possa essere sempre maggiore. Questo consumo può essere scorporato al dettaglio attraverso una tabella di seguito riportata:

³ Mtep= "megaTEP", ovvero milioni di tonnellate equivalenti di petrolio, unità di misura utilizzata per esprimere l'energia. L'indicatore quantifica i consumi di fonti energetiche (combustibili, energia elettrica, fonti rinnovabili).

⁴ FER= Fonte di Energie Rinnovabili, con questa sigla vengono indicate tutte le forme di energia in cui il loro sfruttamento non prevede un impoverimento della loro fonte di energia.

	2016	2017	2025	2030
Numeratore	21.081	22.000	27.428	33.098
Produzione lorda di energia elettrica da FER	9.504	9.729	11.981	16.060
Consumi finali FER per riscaldamento e raffrescamento	10.538	11.211	13.467	14.701
Consumi finali di FER nei trasporti	1.039	1.060	1.980	2.337
Denominatore - Consumi finali lordi complessivi	121.153	120.435	116.014	111.439
Quota FER complessiva (%)	17,4%	18,3%	23,6%	29,7%

Tabella 1: obiettivo FER complessivo al 2030 (Kt_{tep}). [fonte: PNIEC]

Si prevede che il contributo delle rinnovabili al soddisfacimento dei consumi finali lordi totali al 2030 (30%) sia così differenziato tra i diversi settori:

- - 55,4% di quota rinnovabili nel settore elettrico;
- - 33% di quota rinnovabili nel settore termico (usi per riscaldamento e raffrescamento);
- - 21,6% per quanto riguarda l'incorporazione di rinnovabili nei trasporti.

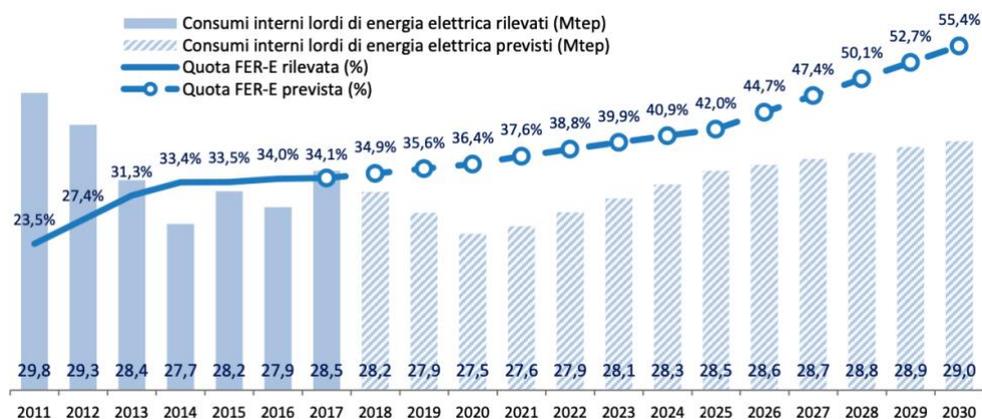


Figura 5: Traiettorie della quota FER elettrica. [Fonte: GSE e RSE]

⁵ Ktep="chiloTEP", ovvero migliaia di tonnellate equivalenti di petrolio, unità di misura utilizzata per esprimere l'energia come nel caso di Mtep.

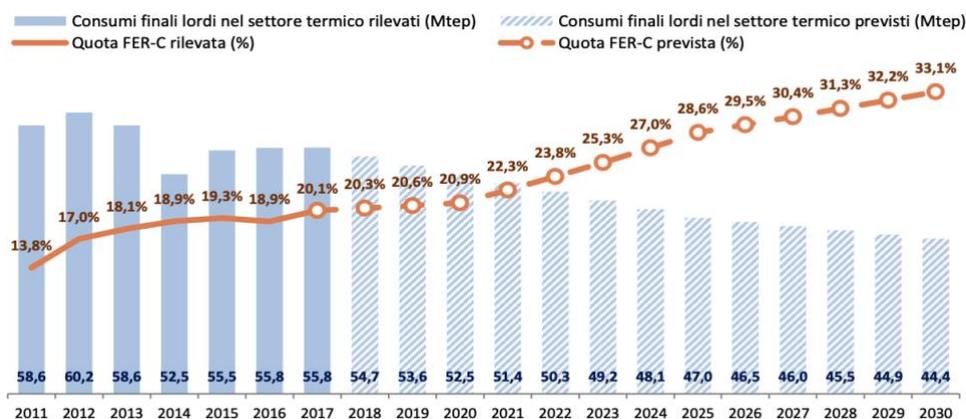


Figura 6: Traiettorie della quota FER nel settore termico. [Fonte: GSE e RSE]

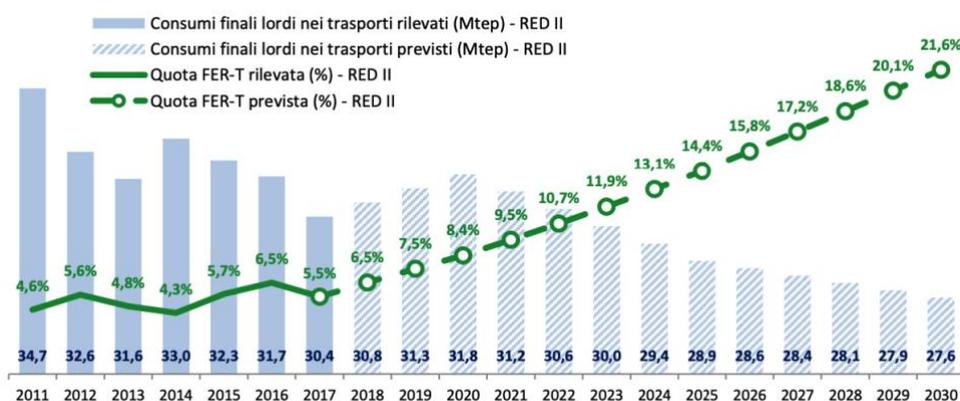


Figura 7: Traiettorie della quota FER nel settore trasporti. [Fonte: GSE e RSE]

1.3.1 Settore trasporti

Focalizzando la nostra attenzione sul settore dei trasporti, la Direttiva RED II⁶ prevede al 2030 un target specifico nel settore pari al 14%. Per contribuire allo sfidante target generale del 30% di consumi finali lordi totali soddisfatti dalle FER, si prevede che il settore dei trasporti superi il valore del 14%, aumentando l'obbligo in capo ai fornitori di carburanti ed energia elettrica ai trasporti fino ad arrivare a una quota rinnovabile del 21,6%. Il ruolo delle FER trasporti è significativo nel calcolo del target rinnovabile complessivo. Per raggiungere tale target carburante, bisogna considerare varie

⁶Direttiva RED II: direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo sulla promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili.

soluzioni da differenti fonti rinnovabili. In particolar modo analizziamo i punti dedicati allo sviluppo della mobilità elettrica:

- “elettricità da FER consumata nel settore stradale: le “e-car” peseranno per circa 0,385 Mtep che moltiplicato per 4 (fattore moltiplicativo da *tabella 2* del PNIEC) rappresenta circa il 6% del target FER- trasporti”;
- “atteso al 2030 un importante contributo anche dai veicoli elettrici e ibridi elettrici plug-in (PHEV), che appaiono essere una soluzione per la mobilità urbana privata in grado, come le e-car, di contribuire anche a migliorare l’integrazione della produzione da rinnovabili elettriche. Ci si aspetta una particolare efficacia degli investimenti in questa tipologia di veicoli tra 5-7 anni, con una diffusione complessiva di quasi 6 milioni di veicoli ad alimentazione elettrica al 2030 di cui circa 1,6 milioni di veicoli elettrici puri (EV)”;

Questi due punti ripresi dal documento ufficiale del PNIEC evidenziano come l’E-Mobility giochi un ruolo chiave sullo sviluppo sostenibile in campo Nazionale.

	Fattore moltiplicativo	2016	2017	2025	2030
Numeratore		2.056	1.665	4.152	5.953
Biocarburanti avanzati	X 2	9	7	695	1.057
<i>di cui biometano</i>	X 2	0	0	511	793
<i>di cui altri biocarburanti</i>	X 2	9	7	184	264
Biocarburanti double counting non avanzati	X 2	765	350	630	570
Biocarburanti single counting		265	703	655	710
Quota rinnovabile dell’energia elettrica su strada	X 4	2	2	126	379
Quota rinnovabile dell’energia elettrica su rotaia	X 1,5	156	159	228	314
Denominatore - Consumi finali lordi nei trasporti		31.719	30.352	28.851	27.607
Quota FER-T (%) – RED II		6,5%	5,5%	14,4%	21,6%

Tabella 2: Contributo delle rinnovabili nel settore trasporti previsto al 2030, secondo i criteri di calcolo definiti dalla Direttiva RED II per gli obblighi in capo ai fornitori di carburanti ed energia elettrica (ktep). [fonte: PNIEC]

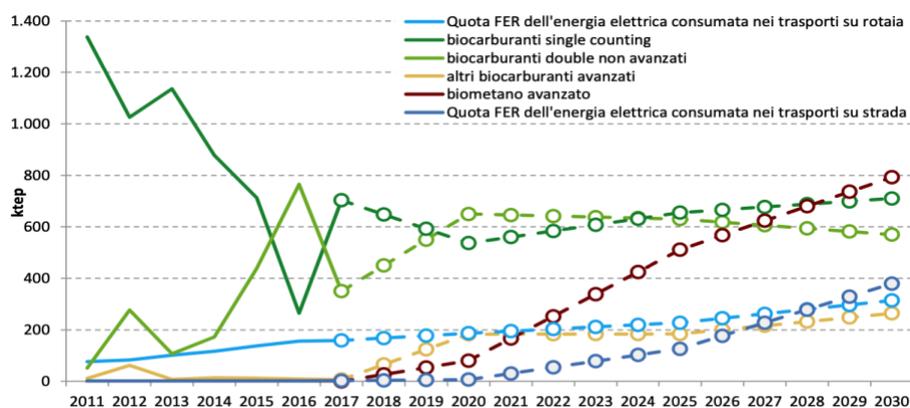


Figura 8: Traiettorie di crescita dell'energia da fonti rinnovabili al 2030 nel settore dei trasporti. [Fonte: GSE e RSE]

Come possiamo osservare dalla *figura 8*, secondo le previsioni al 2030, effettuate dagli studi di enti come il GSE⁷ e RSE⁸ e riportati sul PNIEC, la mobilità elettrica stradale fornirà negli anni un contributo importante al fine di raggiungere il target complessivo carburante, e dunque si rivelerà un punto chiave per perseguire l'obiettivo complessivo di copertura del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili.

⁷ GSE: gestore dei servizi energetici, è una società per azioni italiana, con il compito di effettuare pubblicazioni sul settore energetico.

⁸ RSE: Ricerca sul Sistema Energetico, è una società per azioni italiana, per lo sviluppo di attività di ricerca nel capo elettro-energetico, con particolare riferimento ai piani strategici nazionali.

CAPITOLO 2

MOBILITÀ ELETTRICA

Abbiamo visto nei paragrafi precedenti le strategie attuate in campo europeo e internazionale per dirigere la società verso una soluzione “green”, analizzando tra i punti chiave, i processi che hanno dato via ad una decarbonizzazione progressiva della mobilità. È necessario dunque capire anche le diverse soluzioni offerte e dunque andremo ad analizzare l’impatto sociale e ambientale che queste forme di mobilità potrebbero avere specialmente in campo aziendale, in cui si sta assistendo a una progressiva trasformazione industriale e culturale.

2.1 L’AUTO ELETTRICA

Fondamentalmente dall’esterno l’auto elettrica è come un’auto tradizionale ma le componenti e il funzionamento sono completamente differenti, si basano più sull’elettronica e meno sulla meccanica. I principali componenti di un veicolo elettrico sono:

- la batteria (che influisce di circa il 50% sul costo del veicolo);
- un motore elettrico;
- un controller per motore;
- freni rigenerativi.

Dell’importanza dell’autoveicolo elettrico è già stato ampiamente discusso, ma due differenti aspetti caratterizzano ulteriormente questo mezzo, ovvero le differenti tipologie di veicoli che offre oggi il mercato.

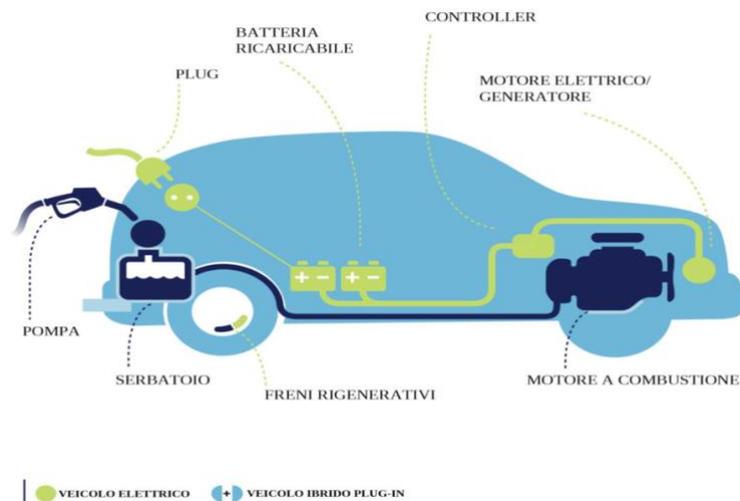


Figura 9: componenti di un veicolo elettrico. [fonte: EEA]

2.1.1 Cenni storici

La sua origine risale tra il 1832 e il 1839 quando un imprenditore scozzese inventò il primo rudimentale modello di carrozza elettrica.

La Francia e la Gran Bretagna furono le prime nazioni europee ad avere una diffusione significativa di veicoli elettrici a partire dalla fine del XIX secolo. In particolare, la sperimentazione sulle batterie portata avanti da due ingegneri francesi Gaston Plante e Camille Faure, tra gli anni Sessanta e Ottanta, permise una reale diffusione delle vetture elettriche che, a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento, si mostrarono particolarmente competitive nei confronti dei modelli a vapore e a benzina. All'inizio il motore a combustione era sporco, rumoroso e difficile da far funzionare, mentre le auto a vapore richiedevano lunghi tempi di avviamento, le auto elettriche si mostravano invece pratiche, semplici da guidare, silenziose, prive di vibrazioni e di facile manutenzione.

Seguirono subito dopo gli Stati Uniti, che a fine del XIX secolo sperimentarono un'applicazione commerciale su larga scala, trasformando l'intera flotta dei taxi di New York in elettrici, dimostrando così la propria fiducia verso questa tecnologia che prometteva importanti sviluppi. All'inizio del Novecento furono sperimentate anche

forme di “mobilità intelligente”, poiché le vetture elettriche furono protagoniste di un primordiale servizio di car-sharing in città, grazie al quale potevano essere condivise e noleggiate per poche ore, settimane o mesi. A partire dal 1920, una serie di fattori economico-ambientali segnarono un cambio di tendenza a favore dell'auto a benzina, eclissando il successo dell'auto elettrica. Un primo fattore, fu la scoperta di grandi giacimenti di petrolio in Texas, che aumentò la disponibilità del carburante e ne diminuì drasticamente il prezzo di mercato. Poi, l'introduzione di importanti innovazioni come la catena di montaggio dell'industriale Henry Ford, il motorino di avviamento e i silenziatori posti sulle marmitte, segnarono una svolta decisiva. Queste nuove invenzioni permisero infatti di ridurre i costi di produzione e di imporre l'automobile come prodotto destinato al mercato di massa. Inoltre, la buona autonomia delle auto a benzina permetteva di soddisfare anche la crescente necessità di percorrere sempre più lunghe distanze.

L'interesse sulle auto elettriche si ripresentò solamente negli anni Sessanta e Settanta, grazie alle nascenti battaglie dei movimenti ecologisti, contro l'aggravarsi del quadro ambientale legato all'uso eccessivo dei combustibili fossili e con l'avvento della crisi petrolifera connessa alle vicende mediorientali.

Un vero cambiamento si è finalmente raggiunto tra il 2000-2010, dopo molti investimenti fatti sulla filiera delle batterie, con la comparsa di accumulatori agli ioni di litio, che offrono livelli di autonomia proponibili per un uso reale. Da quel periodo, tutte le grandi case automobilistiche hanno promosso nuovi programmi di ricerca e sviluppo per la realizzazione di veicoli ecologici ibridi o elettrici in linea con i nuovi modelli di mobilità e sviluppo sostenibile.

2.2 TIPOLOGIE DI AUTO

Attualmente, le grandi case automobilistiche hanno a disposizione cinque principali tipi di tecnologia per veicoli elettrici, che si differenziano in: *veicoli ibridi elettrici* (HEV), *veicoli elettrici a batteria* (BEV), *veicoli ibridi Plug-in* (PHEV), *veicoli ibridi Range-Extended* (REEV) e *veicoli a Fuel-cell a idrogeno* (FCEV). La vasta gamma di veicoli offre differenti vantaggi e svantaggi tra le diverse opzioni di scelta, tra cui la

capacità della batteria, capacità di carico, complessità tecnologica e disponibilità di rifornimento.

2.2.1 Veicoli convenzionali-motore endotermico

I veicoli convenzionali utilizzano combustibili fossili, che sono immessi in un impianto di alimentazione e trasformati in energia termica per mezzo della combustione. Questi sono i principali responsabili dell'inquinamento acustico e dell'aria. Sono inefficienti perché solo il 18-25% dell'energia disponibile dal carburante, viene utilizzato per l'effettivo spostamento del veicolo. Sono comunque i veicoli più accessibili, perché hanno sviluppato un'importante infrastruttura di supporto che comprende impianti di produzione, riparazione e rifornimento.



Figura 10: veicoli convenzionali. Vantaggi e svantaggi. [fonte: EEA]

2.2.2 Veicoli ibridi Plug-in (PHEV)

I PHEV sono veicoli azionati da un motore elettrico e un motore a combustione interna, in grado di funzionare insieme o separatamente. La sostanziale differenza tra queste e le ibride (HEV), è che la batteria di bordo può essere caricata dalla rete elettrica domestica o pubblica e il motore a combustione supporta quello elettrico quando è richiesta una maggiore potenza operativa, o quando lo stato di carica della batteria è basso. In questo modo, l'automobilista non è più preoccupato di esaurire la carica quando percorre tragitti lunghi. Le batterie ad ogni modo possono avere una

capacità di accumulo minore, poiché il veicolo non si basa solo sull'energia elettrica. L'autonomia può variare dai 20 agli 85 km in base al dimensionamento delle batterie.

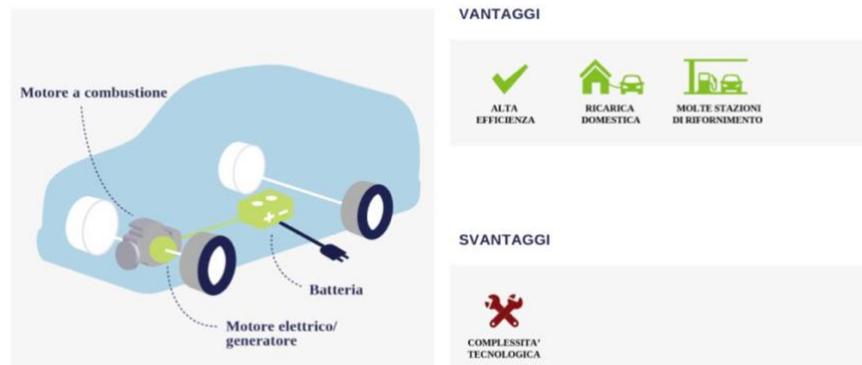


Figura 11: veicoli ibridi plug-in (phev). Vantaggi e svantaggi. [fonte: EEA]

2.2.3 Veicoli ibridi elettrici (HEV)

Il sistema ibrido HEV sfrutta la presenza di due motori al suo interno. Il motore a combustione interna è supportato dall'elettrico, infatti l'ibridazione può essere considerata una tecnologia aggiunta ai veicoli convenzionali con l'obiettivo di aumentare l'efficienza del carburante, riducendo così le emissioni di inquinanti e di CO₂.

La batteria non può essere ricaricata dalla rete elettrica, ma in genere viene caricata durante la frenata rigenerativa o mentre il veicolo è in decelerazione, recuperando in questo modo l'energia cinetica rilasciata. Tendenzialmente sono più costose rispetto ai veicoli elettrici a batteria (BEV), poiché richiedono prestazioni di potenza-energia maggiori. I due motori ad ogni modo sono del tutto indipendenti e il guidatore può decidere in qualsiasi momento di viaggiare in modalità esclusivamente elettrica. Esistono diversi tipi di modelli che vanno da "Micro- HEV", in grado di percorrere piccole distanze in solo elettrico, fino ai "Full-HEV", in cui la tecnologia elettrica diventa prevalente a basse velocità, ed il motore a combustione entra in azione solo quando è necessaria una potenza maggiore.

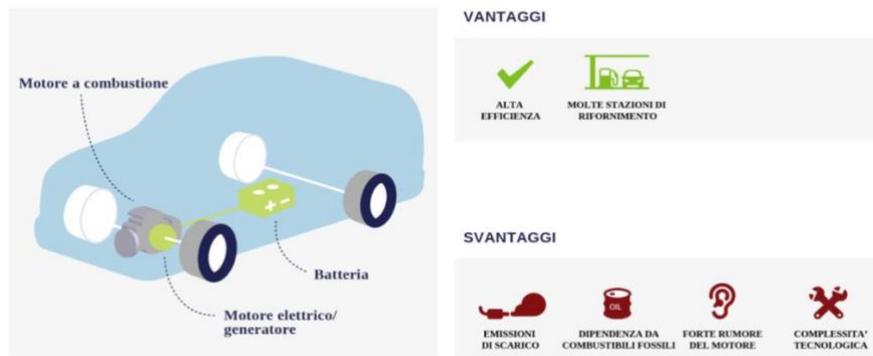


Figura 12: veicoli ibridi elettrici (HEV). Vantaggi e svantaggi. [fonte: EEA]

2.2.4 Veicoli ibridi Range-Extended (REEV)

I REEV sono veicoli che sfruttano la presenza di due motori. In questo caso il motore a combustione interna non ha alcun collegamento con la trazione delle ruote, ma bensì agisce come un generatore di elettricità che alimenta il motore elettrico, o ricarica la batteria quando è scarica; il motore elettrico è quindi l'unico responsabile dell'alimentazione diretta del veicolo. La batteria deve essere ricaricata dalla rete elettrica. Un vantaggio di REEV è che il motore endotermico può essere più piccolo, così da ridurre sufficientemente il peso e di conseguenza anche le emissioni. Il rifornimento può avvenire anche nelle stazioni convenzionali. Indicativamente l'autonomia varia dai 70 ai 150 km in funzionamento elettrico.

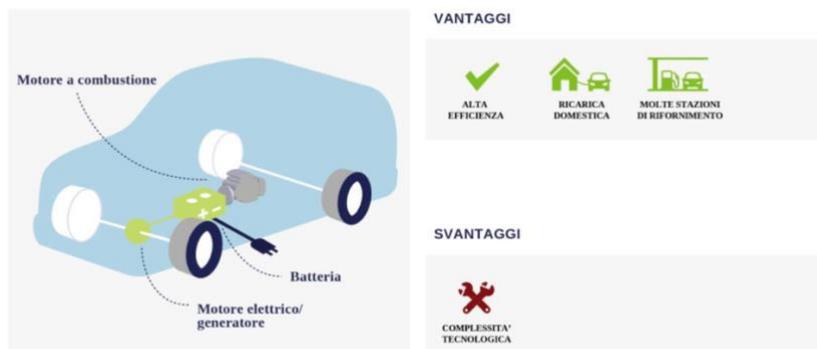


Figura 13: Veicoli ibridi Range-Extended (REEV). Vantaggi e svantaggi. Fonte: European Environmental Agency (EEA)

2.2.5 Veicoli elettrici a batteria (BEV)

I BEV sono veicoli che sfruttano il solo motore elettrico e vengono alimentati dall'elettricità immagazzinata in una batteria di bordo, che può essere ricaricata attraverso la rete elettrica. Le batterie tendenzialmente sono molto grandi per massimizzare la capacità di accumulo dell'energia e per consentire intervalli di guida più lunghi; in genere costano di più di quelle utilizzate negli ibridi, ma hanno la più alta efficienza, poiché convertono circa l'80% dell'energia immagazzinata in movimento. Ulteriori vantaggi arrivano anche dal sistema di frenata, che utilizza il sistema rigenerativo, aiutando così a mantenere carica la batteria. Non ci sono emissioni allo scarico, ciò potrebbe contribuire significativamente a migliorare la qualità dell'aria, mentre il contributo delle fonti rinnovabili, per la ricarica della batteria, porterà maggiori benefici per l'ambiente in termini di emissioni di CO₂. Tuttavia, tra gli svantaggi vi è il costo elevato della batteria, si prevede però che nell'arco di pochi anni il prezzo diminuisca grazie alla diffusione dei veicoli elettrici e alle innovazioni tecnologiche in atto. In secondo luogo, i lunghi tempi di ricarica e la scarsa diffusione delle infrastrutture di ricarica per ora fanno sì che ci siano ancora parecchie perplessità a passare ad un veicolo completamente elettrico.



Figura 14: veicoli elettrici a batteria (BEV). Vantaggi e svantaggi. [fonte: EEA]

2.2.6 Veicoli a Fuel-cell a idrogeno (FCEV)

I FCEV sono veicoli che sfruttano il solo motore elettrico con l'energia per la propulsione fornita da una pila di celle a combustibile che utilizza l'idrogeno combinato con l'ossigeno dell'aria. I principali vantaggi sono dovuti ai tempi di

rifornimento più brevi e ad intervalli di guida più lunghi rispetto ai BEV. Questa tecnologia, tuttavia, presenta ancora molti limiti, principalmente per l'assenza di un'infrastruttura di rifornimento e per gli elevati costi dovuti alla complessità tecnologica.



Figura 15: veicoli a fuel.-cell a idrogeno (FCEV). Vantaggi e svantaggi. [fonte:EEA]

2.3 SCENARI DI SVILUPPO

Le auto “ecologiche” continuano a crescere in Europa. A confermarlo è il focus sulle autovetture ad alimentazione alternativa realizzato dall'area studi e statistiche ANFIA⁹ del quale riportiamo alcuni estratti interessanti.

L'indagine è focalizzata sull'area UE a 24 Paesi (sono esclusi Croazia, Lussemburgo, Cipro, Malta) allargata all'EFTA¹⁰. L'area indagata conta, per l'intero 2019, oltre 15,69 milioni di nuove immatricolazioni di auto (+175.000), ovvero corrispondente al +1,1% rispetto al 2018.

Dal report il mercato delle auto diesel diminuisce del 14%, crescono invece le nuove registrazioni delle auto a benzina del 5% e delle auto ad alimentazione alternativa del 41%. Il mercato auto con alimentazione alternativa totalizza 1.753.307 nuove

⁹ ANFIA= Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica, la quale ha realizzato lo studio sulle immatricolazioni auto anno 2019

¹⁰ EFTA= Associazione Europea di Libero Scambio, istituita tra alcuni stati membri (Islanda, Liechtenstein, Norvegia e Svizzera) per mantenere rapporti con altri Stati che non rientrano nell'UE

immatricolazioni e una quota dell'11,2% sul totale mercato. Queste variazioni possiamo coglierle dal seguente *figura 16*.

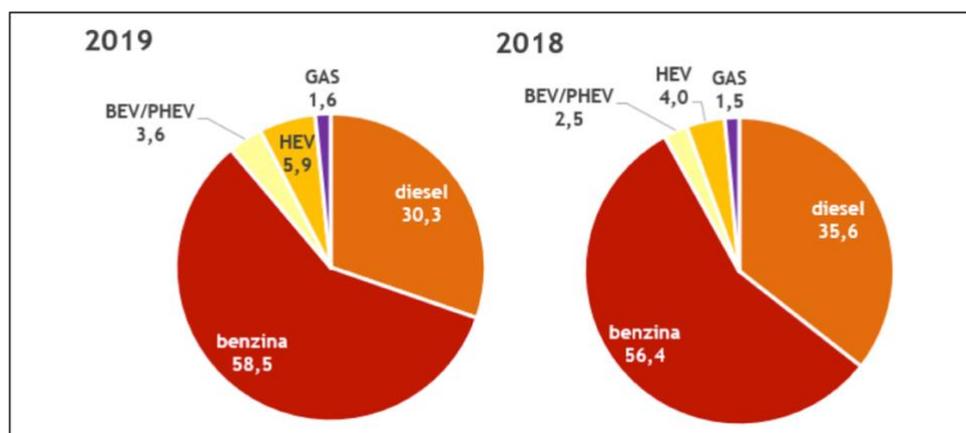


Figura 16: UE/EFTA – Immatricolazioni autovetture per alimentazione, 2019-2018, in %. [Fonte: ANFIA]

Tralasciando i particolari del mercato a combustibili tradizionali, quali diesel e benzina, spostiamo la nostra attenzione sull'inserimento delle auto ad alimentazione alternativa nel mercato europeo delle auto.

2.3.1 Trend mercato autovetture ad alimentazione alternativa

Come riporta il resoconto dell'analisi ANFIA, nel 2019, secondo i risultati preliminari di Acea¹¹, le nuove registrazioni di autovetture ad alimentazione alternativa sono state 1.753.307, in aumento del 41% sul 2018.

Secondo la tipologia di alimentazione, il mercato ad alimentazione alternativa si compone di:

- 564.225 auto elettriche (ECV): di cui 365.372 a batteria (BEV+fuel cell) e 198.853 ibride plug-in (PHEV+Extended Range);
- 931.801 ibride (HEV mild-full);

¹¹ Acea= Acea è una multiservizi attiva nella gestione e nello sviluppo di reti e servizi nei settori dell'acqua, dell'energia e dell'ambiente, ha fornito i dati su cui ANFIA ha redatto l'analisi.

- 257.281 auto a gas (gas naturale, GPL, E85).

	2019	%	2018	%	VAR % 19/18
Totale auto elettriche ECV	564.225	32,2	387.748	31,2	45,5
Auto elettriche a batteria (BEV) ¹	365.372	20,8	202.117	16,3	80,8
Auto ibride plug-in (PHEV) ²	198.853	11,3	185.631	14,9	7,1
Auto ibride (HEV)	931.801	53,1	624.519	50,3	49,2
Auto a gas³	257.281	14,7	230.309	18,5	11,7
Totale auto ad alimentazione alternativa	1.753.307	100,0	1.242.576	100,0	41,1

¹ include fuel cell ² include extended range ³ include gas naturale, GPL, E85

Tabella 3: UE/EFTA – Mercato ad alimentazione alternativa per tipologia, 2019-2018 Volumi, quote e variazioni percentuali tendenziali. [Fonte: ANFIA]

L'86% delle auto ad alimentazione alternativa sono state immatricolate nell'UE15, pari a 1,51 milioni di unità e una crescita del 42%, mentre l'area dei nuovi Paesi membri vale il 6% del mercato con 104mila unità (+54%). Infine, l'area EFTA, con 141mila nuove registrazioni, rappresenta l'8% del mercato e registra un aumento annuale del 23,5%. Complessivamente l'Europa Occidentale copre il 94% del mercato delle auto a trazione alternativa. La quota delle auto "ecofriendly" nell'UE/EFTA è pari a 11,2% del mercato complessivo.

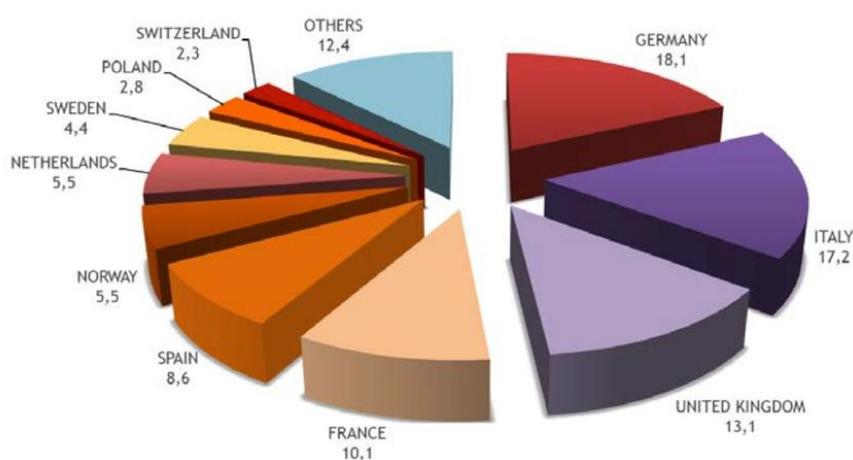


Figura 17: quota delle vetture ecofriendly per Paese sul totale mercato ad alimentazione alternativa di 1.753.307 auto nel 2019. [Fonte: rielaborazione ANFIA su dati Acea]

Il grafico seguente riporta la classifica dei primi 11 mercati ad alimentazione alternativa in UE/EFTA.

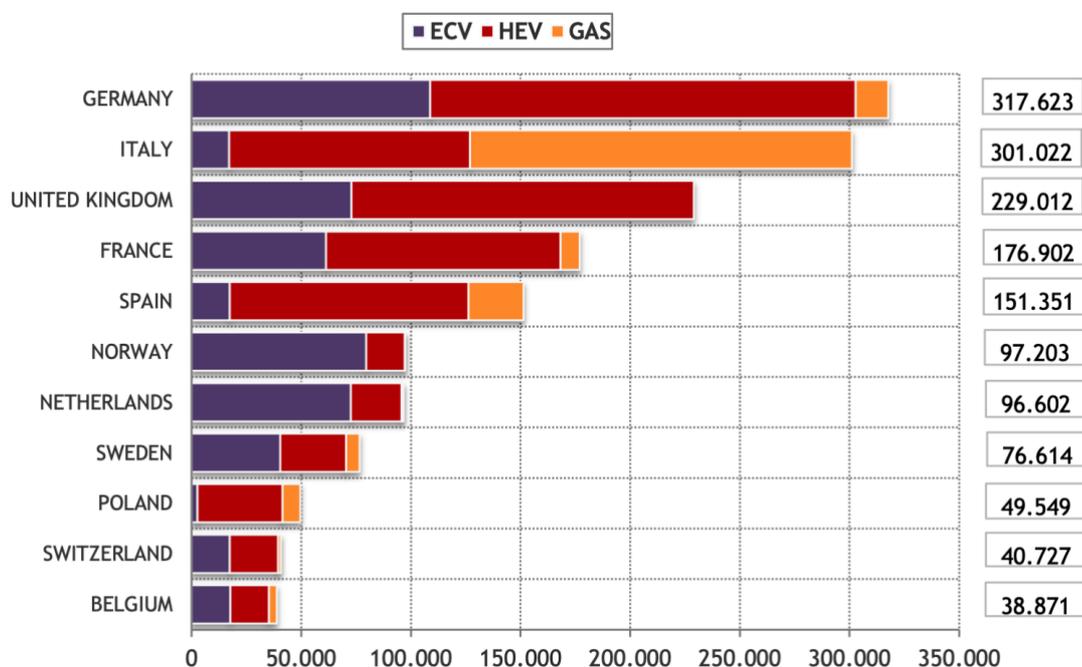


Tabella 4: UE/EFTA – Principali mercati ad alimentazione alternativa, 2019, in volume. Fonte: rielaborazione ANFIA su dati Acea

Il mercato italiano perde la prima posizione a favore del mercato tedesco, che lo supera di 16.601 unità. I primi 5 mercati a trazione alternativa dell'UE/EFTA, che rappresentano il 67% del mercato europeo sono: Germania (18,1% del mercato UE/EFTA), Italia (17,2%), UK (13,1%), Francia (10,1%) e Spagna (8,6%).

2.3.2 Mercato auto dei major markets europei

Da come si evince dalla ricerca, i cinque major markets europei hanno immatricolato 1.175.910 nuove autovetture ad alimentazione alternativa, con un aumento del 40%. Il mercato delle auto ad alimentazione alternativa dei cinque major markets vale il 67% del mercato ecofriendly europeo.

Oltre il 57% delle auto ad alimentazione alternativa vendute nei cinque major markets riguarda le auto ibride tradizionali, pari al 6% del mercato totale dell'area considerata. Seguono per volumi le auto a gas, il 19% delle auto ecofriendly e il 2% del mercato totale, le auto puro elettrico, il 14% delle auto ad alimentazione alternativa e l'1,5% del totale, infine le auto ibride plug-in, che valgono il 10% del mercato green e l'1% del totale.

	ITALIA		GERMANIA		FRANCIA		SPAGNA		UK		5 major markets	
	volumi	var.% 19/18	volumi	var.% 19/18								
diesel	762.882	-22,1	1.152.733	3,7	755.582	-10,6	350.778	-25,9	583.488	-21,8	3.605.463	-13,2
benzina	852.650	25,7	2.136.891	-0,3	1.281.795	7,9	756.131	2,2	1.498.640	2,2	6.526.107	5,0
Alim.alternativa	301.022	18,6	317.623	74,6	176.902	25,9	151.351	39,6	229.012	47,9	1.175.910	40,1
HEV	109.789	33,9	193.902	96,2	106.844	16,3	108.684	43,4	156.178	64,7	675.397	52,4
BEV	10.663	113,3	63.491	75,3	42.764	37,6	10.044	67,9	37.850	144,0	164.812	75,7
PHEV	6.471	36,3	45.348	44,2	18.592	28,0	7.432	27,5	34.984	-21,3	112.827	11,7
Gas/E85	174.099	7,5	14.882	-3,8	8.702	186,0	25.191	20,9			222.874	10,4
Totale	1.916.554	0,3	3.607.247	5,0	2.214.279	1,9	1.258.260	-4,8	2.311.140	-2,4	11.307.480	0,9

Tabella 5: 5 Major markets europei, mercato autovetture per alimentazione, volumi e variazioni % annuali, 2019. Fonte: rielaborazione ANFIA

2.3.3 Trend mercato auto elettriche

Come riportato dai dati in *tabella 5*, nel 2019 sono state immatricolate 564mila nuove auto elettriche o a bassissime emissioni, +46% dal 2018, così ripartite: 365.372 auto puro elettrico (+81%) e 198.853 ibride plug-in (+7,1%).

Nel 2019, la Germania si conferma il mercato leader europeo delle auto ricaricabili, con 108.839 nuove registrazioni (il 3% del mercato tedesco di oltre 3,6 milioni di auto), davanti alla Norvegia con 79.640 su 142mila complessive. Un'auto su 5 del mercato EV europeo, è venduta in Germania (19,3%). Il mercato EV tedesco è cresciuto del 61% rispetto ad un anno fa e conta 63.000 auto BEV (+75%) e oltre 45mila auto ibride plug-in (+44%), che insieme valgono 1/3 del mercato ad alimentazione alternativa tedesco.

A differenza della Germania, l'Italia incide solo il 3% sul mercato EV europeo, a conferma del fatto che vi è un notevole margine di crescita che potrebbe interessare il Paese nei prossimi anni.

	2019	%	2018	%	Var. %
AUSTRIA	11.417	2,0	9.022	2,3	26,5
BELGIUM	17.761	3,1	13.243	3,4	34,1
BULGARIA	237	0,0	220	0,1	7,7
CZECH REPUBLIC	1.229	0,2	981	0,3	25,3
DENMARK	9.414	1,7	4.916	1,3	91,5
ESTONIA	97	0,0	118	0,0	-17,8
FINLAND	7.863	1,4	5.708	1,5	37,8
FRANCE	61.356	10,9	45.597	11,8	34,6
GERMANY	108.839	19,3	67.658	17,4	60,9
GREECE	479	0,1	299	0,1	60,2
HUNGARY	2.939	0,5	2.070	0,5	42,0
IRELAND	4.790	0,8	1.972	0,5	142,9
ITALY	17.134	3,0	9.748	2,5	75,8
LATVIA	102	0,0	90	0,0	13,3
LITHUANIA	162	0,0	143	0,0	13,3
NETHERLANDS	72.596	12,9	29.668	7,7	144,7
POLAND	2.690	0,5	1.379	0,4	95,1
PORTUGAL	12.681	2,2	7.849	2,0	61,6
ROMANIA	1.506	0,3	605	0,2	148,9
SLOVAKIA	367	0,1	293	0,1	25,3
SLOVENIA	651	0,1	660	0,2	-1,4
SPAIN	17.476	3,1	11.814	3,0	47,9
SWEDEN	40.406	7,2	28.979	7,5	39,4
UNITED KINGDOM	72.834	12,9	59.947	15,5	21,5
EUROPEAN UNION	465.026	82,4	302.979	78,1	53,5
EU15	455.046	80,6	296.420	76,4	53,5
EU (New Members)	9.980	1,8	6.559	1,7	52,2
ICELAND	2.085	0,4	2.583	0,7	-19,3
NORWAY	79.640	14,1	72.689	18,7	9,6
SWITZERLAND	17.474	3,1	9.497	2,4	84,0
EFTA	99.199	17,6	84.769	21,9	17,0
EU + EFTA	564.225	100,0	387.748	100,0	45,5
EU15 + EFTA	554.245	98,2	381.189	98,3	45,4

Tabella 6: immatricolazione vetture elettriche (ECV). [Fonte: NATIONAL AUTOMOBILE MANUFACTURERS' ASSOCIATION]

2.4 MOBILITÀ AZIENDALE

La mobilità è un presupposto fondamentale per lo sviluppo delle imprese e della società. Affinché la mobilità rimanga un'opportunità e non diventi un problema, sono necessari concetti di mobilità innovativi e sostenibili, come il concetto della gestione della mobilità aziendale. Questa mira a rendere il traffico dei collaboratori, degli ospiti, e dei clienti nonché i viaggi di lavoro quanto più efficienti, sicuri ed ecologici possibile.

2.4.1 Sondaggio sulle forme di mobilità aziendali

Grazie ad uno studio di “fleetmagazine.com” è possibile individuare le forme di mobilità adottate per un insieme di aziende prese in considerazione. I dati di questa analisi sono stati elaborati mediante interviste proposte ad un numero di 100 aziende. In generale, gli intervistati hanno manifestato di apprezzare il contributo dell'auto elettrica in termini di responsabilità sociale d'impresa, così come di essere orientati a incrementare la quota di EV puri e di ibridi nei prossimi anni a partire dal 2020.

I 100 “Fleet Manager” intervistati gestiscono complessivamente una flotta di oltre 85mila veicoli, come riporta il sito. Sono stati intervistati aziende di medie dimensioni e appartenenti a diversi settori lavorativi: *Internet company, tour operator, logistica, linee aeree, assicurazioni, consulenza, si sono integrati con quelli già presenti quali energia, grande distribuzione, food&beverage, banche e servizi finanziari, enti pubblici, industria, commercio, farmaceutica, trasporti, informatica e telefonia*. In media, si è stimato che queste aziende posseggono 450 veicoli in flotta ciascuna e, per quasi il 90% di questi la formula di gestione è il noleggio a lungo termine. La metodologia scelta per l’indagine è la cosiddetta *CATI*, acronimo di Computer Assisted Telephone Interviewing: ovvero interviste telefoniche, per sentire direttamente la voce dei Fleet Manager e approfondire meglio temi e opinioni. A tal punto possiamo riprendere i punti chiave di questa analisi al fine di evidenziare l’importanza dell’evoluzione dell’elettrico nelle flotte aziendali. Come si evince dalla *figura 18* lo studio testimonia una forte predominanza delle auto diesel che mantengono la loro leadership nelle flotte aziendali con una percentuale del 87%. L’altra fetta inferiore di percentuale è rappresentata da veicoli a benzina, metano, gpl, elettriche e ibride. È interessante approfondire lo sviluppo e la suddivisione delle auto elettriche all’interno del panorama aziendale italiano.

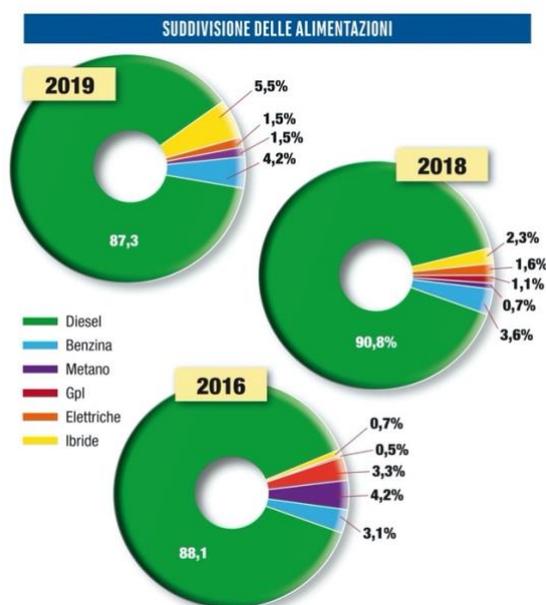


Figura 18: suddivisione delle alimentazioni utilizzate nelle flotte aziendali. [Fonte: fleetmagazine.it]

2.4.2 Focus auto elettriche

Considerando la distribuzione delle vetture con diverse tipologie di alimentazione nel paragrafo precedente, allo stesso modo viene proposto un quadro più dettagliato sullo sviluppo delle auto elettriche. Si evince un interesse maggiore nel riconvertire la flotta aziendale in elettrico, traendone vantaggi economici e contribuendo a dare un impatto ambientale positivo in termini di emissioni di CO₂.

Lo studio rivela un interesse per l'elettrico, una voglia da parte delle aziende di sperimentare, ma c'è anche cautela nella valutazione dei suoi vantaggi. Tutto questo è dimostrato dalla percentuale di aziende che secondo l'intervista hanno espresso l'intenzione di aumentare il numero di auto elettriche nel corso del 2020:

il 22% dei Fleet Manager dichiara un piano di incremento, a differenza del 10% dell'anno precedente. C'è, di contro, un 15% di intervistati che non è favorevole alla sperimentazione.

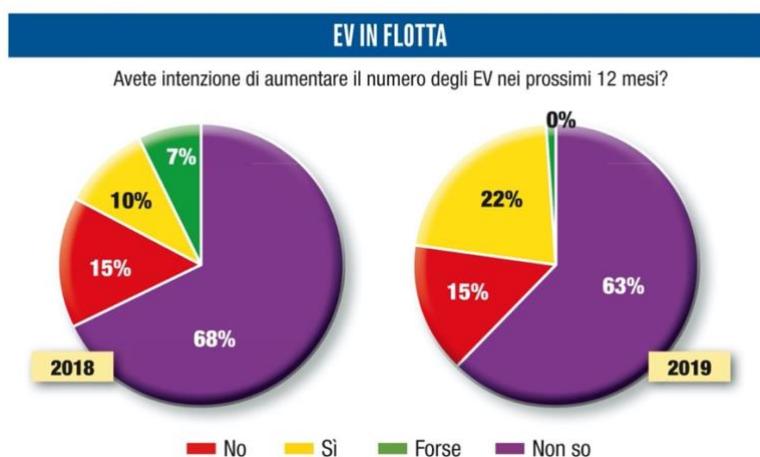


Figura 19: risposte di incremento in elettrico secondo un sondaggio di 100 aziende. [Fonte: fleetmagazine.it]

L'analisi è stata incentrata anche sulla percezione dei vantaggi di un possibile investimento in elettrico. I vantaggi che si sono rivelati essere maggiormente percepiti dagli intervistati sono:

1. ridotte emissioni;
2. ingresso libero nelle ZTL;
3. responsabilità sociale d'impresa.



Figura 20: : vantaggi percepiti dalle aziende intervistate sulla riconversione della flotta aziendale in elettrico. [Fonte: fleetmagazine]

D'altro canto, valutando i motivi che frenano le aziende ad investire in "e-car", emerge soprattutto una certa ritrosia a cambiare abitudini e inoltre una scarsa conoscenza dell'elettrico, oltre ai già noti limiti in termini di autonomia e di carenza di infrastrutture.

Da queste conclusioni la tesi proseguirà con un'analisi tecnico-economica incentrata sulla riconversione di un parco auto aziendale in elettrico. Andremo dunque ad analizzare i vantaggi effettivi e le possibili soluzioni attuabili dall'azienda in esame.

CAPITOLO 3

ANALISI TECNICO-ECONOMICA: caso Tralfo

L'azienda di trasporti e logistica Tralfo nasce in Abruzzo nel 1970 dall'impegno profuso della famiglia Fonzi. Nel 1992 realizza la prima piattaforma di stoccaggio merci indirizzata al deposito di prodotti igienici. Nell'autunno del 2018 Tralfo accresce nuovamente la sua presenza sul territorio in seguito all'acquisizione di una piattaforma logistica di 10000mq. Tale struttura viene riservata allo stoccaggio di prodotti vitivinicoli, igienici e sanitari. Adiacente alla struttura, sorge la nuova sede amministrativa della società. La Tralfo ha necessità di realizzare una nuova copertura dei magazzini per un totale di circa 5400 mq, ed avrebbe intenzione di utilizzare 2200mq di essa con inserimento d'impianto fotovoltaico. A tal proposito, l'azienda si è posta l'obiettivo di spingersi verso un orizzonte 'green'. Per fare ciò mi è stato posto il problema di quantificare in termini di costi e ricavi una possibile riconversione del parco auto attuale in elettrico e di abbinarlo in seguito all'impianto fotovoltaico da progettare. Vedremo come impostare il problema al fine di ottenere un'analisi realistica per offrire all'azienda la soluzione migliore.

3.1 ANALISI DEI COSTI E DEI RICAVI

Uno dei capisaldi fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi aziendali è certamente un'attenta analisi e gestione dei costi. Al fine di massimizzare i risultati reddituali e l'efficienza di un'attività economica è infatti necessario conoscere e governare la struttura dei costi aziendali mediante una dettagliata analisi e un accurato monitoraggio periodico degli stessi.

Ciò rimane valido in ogni contesto: aziende di piccole o grandi dimensioni, aziende private, piccole realtà familiari o grandi realtà multinazionali. In tal caso siamo di fronte ad una piccola impresa italiana, la quale ha messo a disposizione i propri dati

sulla attuale flotta aziendale al fine di valutarne i costi di gestione e gli eventuali risparmi futuri in caso di investimento in “e-car”.

Le strategie e gli scenari di sviluppo valutati in campo europeo e italiano confermano il ruolo determinante delle flotte nel processo di decarbonizzazione della mobilità. Un processo che tuttavia rimane molto delicato e che presuppone alla base una serie di valutazioni da fare e vari step da seguire. Vediamo insieme gli step seguiti per introdurre veicoli elettrici nella flotta aziendale e per valutarne gli eventuali vantaggi.

3.1.1 Sviluppo del problema

1. Analisi della propria mobilità e del proprio parco veicoli

In primis è importante conoscere la mobilità della flotta: come e quanto si muovono i veicoli, percorrenze annuali e costi di noleggio. Questi fattori sono fondamentali per costruire una flotta elettrica sulla base delle reali necessità di mobilità.

2. Identificazione veicoli elettrici da introdurre

Il successivo step, necessario per inserire veicoli elettrici nella flotta aziendale, consiste appunto nell'individuare i veicoli elettrici che meglio si addicono al caso in studio. Sarà importante conoscere i consumi, prestazioni ma soprattutto l'autonomia del veicolo.

3. Progettazione e dimensionamento eventuale impianto fotovoltaico con infrastruttura di ricarica

Decidere di installare un impianto fotovoltaico al fine di alimentare i mezzi elettrici con energia pulita consente di ottenere ulteriori risparmi. Bisogna però effettuare un dimensionamento preciso di esso e una stima su quali e quante colonnine installare per garantire la piena operatività ed efficienza della flotta. In questa fase andremo a valorizzare i possibili scenari di gestione con gli eventuali costi e risparmi.

4. Conclusioni ed elaborazione degli scenari migliori

Al fine di portare l'azienda ad una decisione reale, verranno riassunti gli scenari di investimento migliori che porterebbero un vantaggio economico e un abbattimento delle emissioni di CO₂.

Dal punto di vista economico, è opportuno stimare l'ammontare del progetto (dal costo dei veicoli fino a quello derivante dalla creazione dell'impianto fotovoltaico e dell'infrastruttura di ricarica) e calcolare il ritorno sull'investimento e i risparmi annuali di gestione.

3.2 ANALISI DEL PARCO AUTO AZIENDALE

Nel corso degli anni l'azienda Tralfo ha cercato di ottimizzare la flotta aziendale cercando di capire quale fosse la scelta migliore per gestire al meglio il parco auto. Tale flotta è rappresentata ad oggi da 9 auto aziendali, utilizzate dal personale opportunamente per i vari spostamenti casa-lavoro-casa. A tal punto si è scelto di optare, come la maggioranza delle aziende italiane, per la forma di noleggio a lungo termine, con contratti della durata di 2 o 3 anni. Questo per quanto riguarda 8 delle attuali auto aziendali. Un'auto della flotta, ad oggi, è stata acquistata mediante contratto di finanziamento. In particolare, le società con cui la Tralfo ha stipulato contratti di noleggio a lungo termine sono ALD automotive e ARVAL service lease Italy. Tali contratti prevedono il pagamento di rate mensili che si possono suddividere in:

- canone di noleggio;
- canone di servizio.

Il canone periodico (tipicamente mensile) di noleggio è individuato attraverso alcuni parametri di riferimento, quali:

- il tipo di veicolo;
- la durata del noleggio;
- il numero di chilometri che si prevede di effettuare.

Di norma, nel contratto viene previsto un adeguamento del canone (di anno in anno o alla fine del periodo a titolo di rata residua):

1. in aumento nel caso in cui la percorrenza chilometrica effettiva risulti maggiore rispetto a quella preventivata;
2. in diminuzione, laddove la percorrenza chilometrica effettiva risultasse invece inferiore a quella preventivata.

Il canone di noleggio “full service”, adottato dalla Tralfo, come accennato, è composto da una quota relativa alla locazione vera e propria e da una quota relativa alla fornitura di una serie di servizi accessori quali, ad esempio:

- immatricolazione e messa su strada;
- tassa di proprietà;
- assicurazioni (RCA, incendio e furto, kasko);
- manutenzione ordinaria e straordinaria (tagliandi, cambio olio, ecc);
- sostituzione degli pneumatici;
- soccorso stradale in caso di incidente o furto;
- auto sostitutiva.

Per quanto riguarda il contratto di finanziamento per l’acquisto della nona auto, l’azienda ha deciso di accordare un finanziamento con Mercedes-Benz Financial Services Italia S.p.A. In quest’ottica l’azienda ha stipulato un contratto di finanziamento d’acquisto direttamente con la casa automobilistica che propone alcune formule, regolamentate da alcuni parametri a volte variabili altre volte più fissi.

Questo finanziamento si configura come prestito non finalizzato, che ha il vantaggio di lasciare piena scelta al cliente su come spendere la somma ricevuta e sul come selezionare le condizioni migliori confrontando diverse offerte.

A differenza del noleggio a lungo termine in questo caso si prevedono 47 rate da pagare per un totale di 48 mesi (4 anni).

Nel contratto di finanziamento è incluso solo l’acquisto del bene, escludendo, a differenza del noleggio già citato, tutti i servizi annessi che verranno effettuati in separata sede.

A partire da queste considerazioni, si sono valutati i costi attuali di gestione del parco auto che comprendessero tutti i servizi già citati in precedenza.

A tal proposito è stato elaborato un foglio di calcolo che riportasse la tipologia di auto e i relativi dati utili al calcolo dei costi e delle emissioni.

Possiamo evidenziare che la Tralfo in data Gennaio 2020 conta 9 auto aziendali, delle quali:

- Fiat Panda 1.3 Mjt 95 cv (contratto a noleggio);
- Volkswagen Touareg 3.0 v6 (contratto a noleggio);
- Renault Clio 1.5 75cv (contratto a noleggio);
- Ford Kuga 1.5 120cv (contratto a noleggio);
- Ford Fiesta 1.5 120cv (contratto a noleggio);
- BMW serie 1 118d (contratto a noleggio);
- Ford Kuga 1.5 120cv (contratto a noleggio);
- Lancia Ypsilon 1.2 69cv GPL (contratto a noleggio);
- Mercedes-Benz GLE 350 D (contratto di finanziamento d'acquisto).

3.2.1 Metodo di calcolo

Per quanto riguarda le 8 auto a noleggio, a partire dai km effettuabili secondo contratto con il noleggiatore è stato implementato un calcolo che tenesse conto dei costi annuali per il carburante al fine di percorrere tali cifre. I dati tecnici per i calcoli sono stati ripresi da alcuni siti specifici (alvolante.it e quattroruote.it) in cui vengono riportati:

- litri per ogni 100km percorsi dall'auto;
- emissioni di CO₂ in grammi/Km.

A questo punto è stato possibile valutare il prezzo del “carburante al litro” e di conseguenza andando ad integrarli con i canoni di noleggio e di servizio annuali si è potuto determinare il costo annuale delle auto e la loro distribuzione percentuale sul totale dei costi.

Di seguito viene riportata la formula utilizzata.

$$\text{COSTO TOTALE ANNUALE} = (l \cdot p \cdot n) + c_n + c_s$$

l =litri di carburante per fare 100km;

p =prezzo di carburante al litro;

n = moltiplicatore in base al numero di Km da fare all'anno;

c_n = costo annuale di noleggio;

c_s = costo annuale di servizio.

3.2.2 Panoramica flotta aziendale: costi ed emissioni

Tenendo in considerazione questi valori possiamo andare ad analizzare:

1. Tabella con dati riguardanti le auto a noleggio (8 auto):

si effettua una ripartizione dei costi e uno studio sulle emissioni annuali di tali auto.

TIPOLOGIA AUTO	FIAT Panda 1.3	Volkswagen Touareg	Renault Clio 1.5	Ford Kuga 1.5	Ford Fiesta 1.5	BMW Serie 1 118d	Ford Kuga 1.5	Ypsilon 1.2
Potenza [cv]	95	250	75	130	130	150	130	70
Chilometri percorsi in un anno [Km]	20.000	30.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
inserire una delle informazioni seguenti: alternativa 1: km percorsi con 1 litro di carburante alternativa 2: litri necessari per percorrere 100 km medi	3,8	6,8	4	4,2	5	6	4,2	7,2
costo carburante per litro [€/l]	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,6
costi fissi:								
canone di noleggio mensile [€]	141,0	771,7	160,7	254,6	238,9	437,2	261,2	288,1
canone di noleggio annuale [€]	1692,0	9259,9	1927,8	3055,7	2867,0	5246,3	3133,9	3456,8
canone di servizio mensile [€]	139,4	450,1	170,3	244,7	228,5	341,5	253,3	172,2
canone di servizio annuale [€]	1673,3	5401,0	2044,0	2936,8	2742,5	4097,9	3039,6	2066,0
costo totale annuo [€]	4505,3	17516,9	5651,8	7168,4	7009,5	11024,2	7349,5	6386,9
costo totale mensile [€]	375,4	1459,7	471,0	597,4	584,1	918,7	612,5	532,2
costo a km [€/Km]	0,23	0,6	0,3	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3
peso sul costo totale aziendale	6,8	26,3	8,5	10,8	10,5	16,5	11,0	9,6
costi aziendali annui [€]	66612,44							
costi aziendali mensili [€]	5551,036667							
consumi INQUINANTI	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6
EMISSIONI DI CO ₂ [g/Km]	103	168	95	109	89	110	109	117
EMISSIONI DI CO ₂ annuali [g]	2060000	5040000	1900000	2180000	1780000	2200000	2180000	2340000

Tabella 7: analisi dei costi e delle emissioni del parco auto aziendale a noleggio. [Fonte: rielaborazione personale]

2. Tabella con dati riguardanti tutte le auto aziendali (9 auto):

si effettua una ripartizione dei costi includendo tra le spese anche le rate mensili per il finanziamento del nono veicolo, si dirige lo studio finale sulle emissioni annuali del totale del parco auto.

TIPOLOGIA AUTO	FIAT Panda 1.3	Volkswagen Touareg	Renault Clio 1.5	Ford Kuga 1.5	Ford Fiesta 1.5	BMW Serie 1 118d	Ford Kuga 1.5	Ypsilon 1.2	Mercedes GLE
Potenza [cv]	95	250	75	130	130	150	130	70	260
Chilometri percorsi in un anno [Km]	20.000	30.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	30.000
inserire una delle informazioni seguenti: alternativa 1: km percorsi con 1 litro di carburante alternativa 2: litri necessari per percorrere 100 km medi									
costo carburante per litro [€/l]	3,8	6,8	4	4,2	5	6	4,2	7,2	7
costo carburante per litro [€/l]	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,6	1,4
costi fissi:									
canone di noleggio mensile [€]	141,0	771,7	160,7	254,6	238,9	437,2	261,2	288,1	1528,0
canone di noleggio annuale [€]	1692,0	9259,9	1927,8	3055,7	2867,0	5246,3	3133,9	3456,8	18336,0
canone di servizio mensile [€]	139,4	450,1	170,3	244,7	228,5	341,5	253,3	172,2	400,0
canone di servizio annuale [€]	1673,3	5401,0	2044,0	2936,8	2742,5	4097,9	3039,6	2066,0	4800,0
costo totale annuo [€]	4505,3	17516,9	5651,8	7168,4	7009,5	11024,2	7349,5	6386,9	26076,0
costo totale mensile [€]	375,4	1459,7	471,0	597,4	584,1	918,7	612,5	532,2	2173,0
costo a km [€/Km]	0,23	0,6	0,3	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,9
peso sul costo totale aziendale	4,9	18,9	6,1	7,7	7,6	11,9	7,9	6,9	28,1
costi aziendali annui [€]	92688,44								
costi aziendali mensili [€]	7724,036667								
consumi INQUINANTI	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6	euro 6
EMISSIONI DI CO ₂ [g/Km]	103	168	95	109	89	110	109	117	184
EMISSIONI DI CO ₂ annuali [g]	2060000	5040000	1900000	2180000	1780000	2200000	2180000	2340000	5520000

Tabella 8: analisi dei costi e delle emissioni del parco auto aziendale completo. [Fonte: rielaborazione personale]

Dalla **prima analisi**, tabella 7, a partire dalle considerazioni effettuate, avendo attribuito un peso economico sul costo totale ad ogni auto, è possibile osservare la distribuzione percentuale dei costi della flotta. Si può dedurre che modelli di auto come Volkswagen Touareg e BMW Serie 1 incidano maggiormente sui costi complessivi di gestione annuale del parco auto a noleggio stesso.

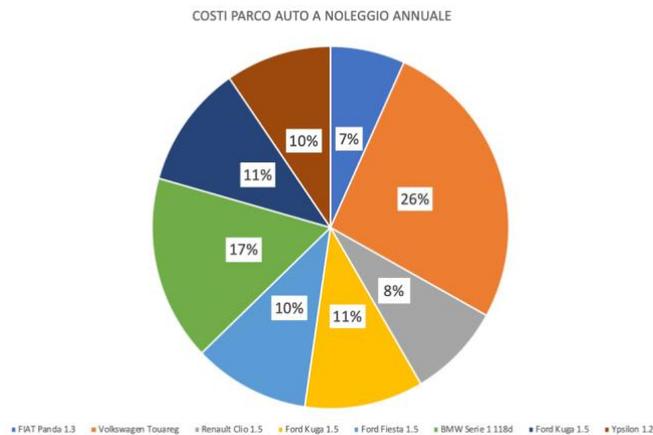


Tabella 9: distribuzione percentuale costi annuali parco auto aziendale a noleggio. [Fonte: rielaborazione personale]

A partire da questa breve delucidazione sui costi è stato ritenuto opportuno andare ad osservare anche l'impatto ambientale in termini di CO₂ rilasciata in atmosfera. Le emissioni di CO₂ auto sono tutte quelle emissioni di anidride carbonica scaricate nell'aria.

Questo elemento è un gas che si forma nei processi di combustione, dall'unione del carbonio contenuto nei combustibili con 2 atomi di ossigeno presenti nell'aria. I danni ambientali prodotti dalle eccessive emissioni CO₂ auto sono importanti poiché la produzione in grande quantità di anidride carbonica è nociva per l'ozono, cioè lo strato gassoso presente nell'atmosfera che protegge la terra dall'azione dei raggi ultravioletti provenienti dal sole, e contribuisce al surriscaldamento climatico oltre a rendere pessima la qualità dell'aria.

Ogni veicolo dotato di motore termico produce emissione CO₂. A seconda che la propria vettura sia dotata di motore alimentato a benzina o a gasolio, ed in base alla classificazione di omologazione cui appartiene (Euro 4, Euro 5 o Euro 6), è possibile conoscere in anticipo le emissioni CO₂ auto.

Per effettuare questo conteggio abbiamo preso in considerazione il numero di chilometri percorsi annualmente al volante delle vetture e moltiplicato per il valore di emissioni g/Km CO₂. Il valore di emissioni di anidride carbonica è espresso in grammi prodotti per ogni chilometro percorso durante l'anno.

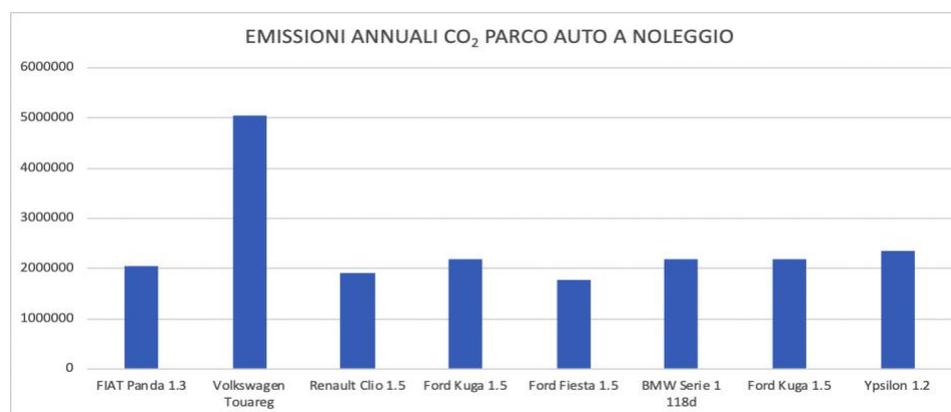


Tabella 10: emissioni CO₂ parco auto aziendale a noleggio. [Fonte: rielaborazione personale]

Sulla base dei gCO₂ rilasciati in ambiente dopo un anno, si conferma ancora una volta il modello Volkswagen Touareg come auto con impatto ambientale maggiore rispetto agli altri modelli a noleggio.

Dalla *seconda analisi*, *tabella 8*, andiamo in questo caso a sommare al parco auto a noleggio l'auto con finanziamento d'acquisto, assumendo che per questo mezzo vi sono:

- 47 rate da pagare mensili al prezzo di 1528 € (come da contratto);
- costo di servizio annuale di 4800 € (immatricolazione, assicurazioni, bollo, cambio gomme, tagliandi).

Il calcolo dei costi annuali dunque è possibile integrarlo con la tabella precedente.

Non va dimenticata la differenza tra noleggio e acquisto, in quanto a seguito dei futuri 4 anni per quell'auto non ci saranno più le rate mensili da sostenere, se non la rata conclusiva pari a 35.637,15 € .

Per il calcolo della *tabella 2* abbiamo considerato la gestione annuale con il pagamento regolare delle rate.

Fatte queste premesse, nel momento in cui abbiamo integrato il nono veicolo nella tabella dei costi aziendali, si evince un nuovo impatto, come potevamo prevedere, sia in termini economici che in termini di emissioni.

Le auto Volkswagen Touareg e Mercedes Benz GLE 350 risultano essere le fonti maggiori di spesa per l'azienda, seguite su un gradino più basso dalla BMW Serie 1.

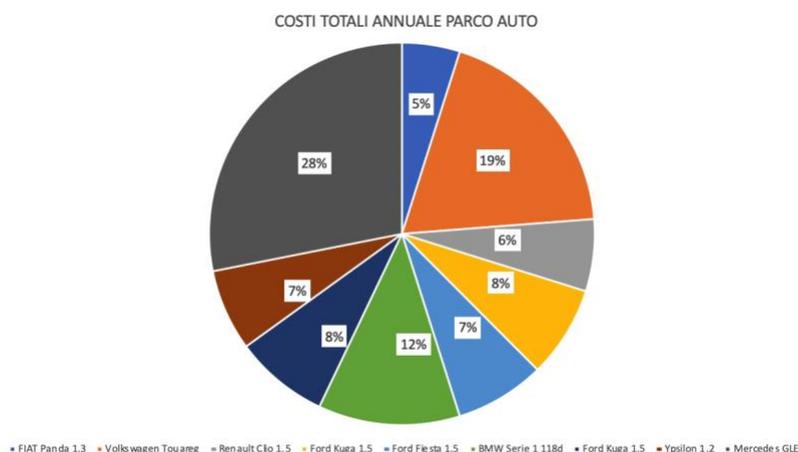


Tabella 11: distribuzione percentuale costi annuali parco auto aziendale. [Fonte: rielaborazione personale]

Dal punto di vista delle emissioni di CO₂, in relazione al costo dell'auto, risulta essere la Mercedes GLE 350 l'auto con impatto ambientale maggiore, considerando le

emissioni annuali di tale veicolo. Al passo con tali contributi negativi troviamo anche la Volkswagen Touareg. I due veicoli si attestano con un livello di costo ed emissioni superiori alla media delle restanti auto che sottolineano valori bassi e proporzionati tra loro.

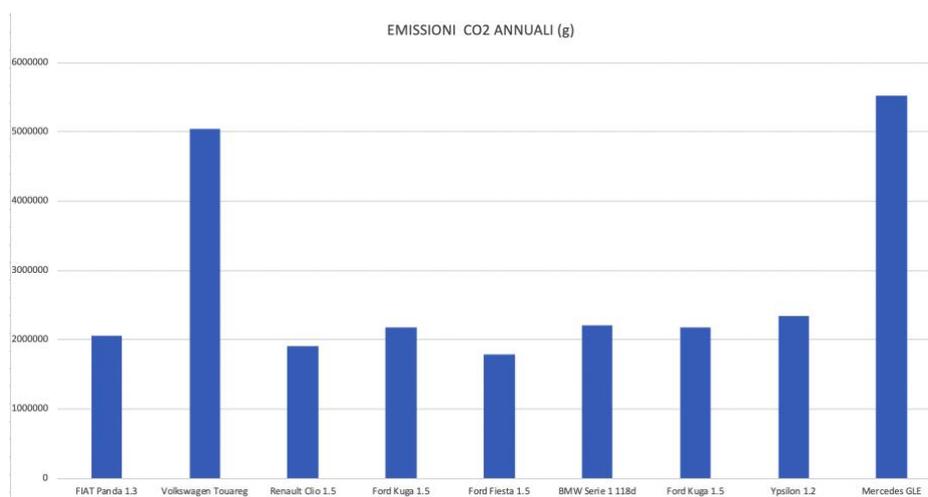


Tabella 12: emissioni CO2 parco auto aziendale completo. [Fonte: rielaborazione personale]

Riassumendo, la distribuzione percentuale dei costi è così suddivisa:

- dal 5% al 8% (Fiat Panda, Renault Clio, Ford Kuga, Ford Fiesta, Lancia Ypsilon);
- 12% (BMW Serie 1);
- 19% (Volkswagen Touareg);
- 28% (Mercedes GLE 350).

Il divario così ampio tra Mercedes GLE 350 e il resto delle auto in termini di costi è spiegato dal fatto che per questo bene si è adottato un finanziamento d'acquisto come abbiamo già definito in precedenza, invece per il resto delle altre si è preferito stipulare un contratto di noleggio che comprendesse tutti i vari servizi con durata biennale o triennale.

In aggiunta possiamo realizzare un ulteriore grafico per osservare la distribuzione percentuale di emissioni di ogni singola auto su quelle totali generate dalla flotta completa.

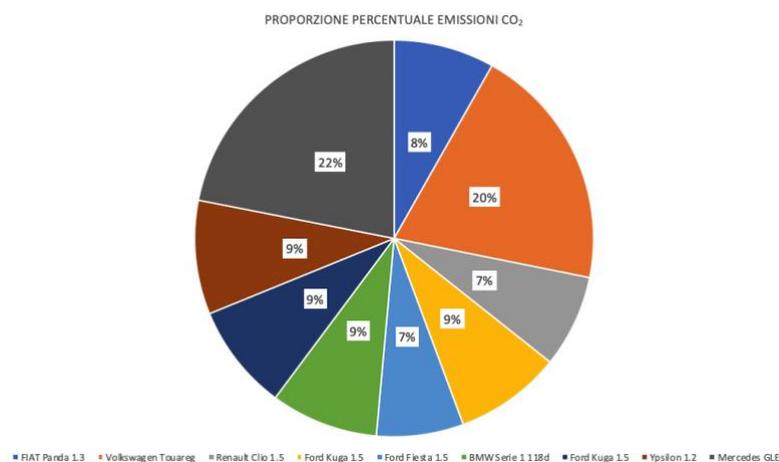


Tabella 13: distribuzione percentuale delle emissioni di CO₂. [Fonte: rielaborazione personale]

Come possiamo vedere, si conferma quanto detto in precedenza.

Riassumendo, la distribuzione percentuale delle emissioni è così ripartita:

-dal 7% al 9 % (Fiat Panda, Renault Clio, Ford Kuga, Ford Fiesta, Lancia Ypsilon, BMW Serie 1);

-20% e 22% (rispettivamente Volkswagen Touareg e Mercedes GLE).

In conclusione, questo tipo di analisi può indirizzarci a valutare una elettrificazione del parco auto aziendale al fine di valutarne l'impatto economico e ambientale. In tal senso affronteremo diversi studi per presentare al meglio la conclusione di questa analisi alla suddetta azienda.

3.3 INSERIMENTO VEICOLI ELETTRICI: caso senza fotovoltaico

Come abbiamo introdotto e definito lungo il percorso di questa tesi l'aumento del numero dei punti di ricarica, una maggiore autonomia dei veicoli elettrici in termini di percorrenza chilometrica, canoni di noleggio convenienti rendono sempre più favorevole l'adozione di veicoli elettrici per la mobilità aziendale. A tal proposito, l'analisi tecnico-economica su un futuro possibile investimento in e-mobility è stata incentrata sull'ottimizzazione del problema cercando di minimizzare i costi e i consumi, ma anche facilitare l'inserimento della nuova tecnologia all'interno della Tralfo.

Nel paragrafo precedente infatti abbiamo esaminato i costi attuali di gestione del parco auto Tralfo, a partire dai quali sono stati estesi 3 possibili scenari futuri in cui l'azienda potrebbe ottenere diverse soluzioni economiche e organizzative.

Ecco di seguito elencati gli scenari sviluppati:

1° scenario: riconversione parco auto con 2 SUV da tenere;

2° scenario: riconversione parco auto completamente in elettrico;

3° scenario: soluzione mista con elettriche e auto convenzionali.

Per arrivare ad implementare lo studio di questi scenari futuri si sono stabilite in partenza delle linee guida essenziali. Investire in auto elettriche vuol dire sostituire il mezzo esistente con una nuova tecnologia, un nuovo modo di guidare e di pensare.

3.3.1 Metodo di calcolo

Per prima cosa, si è definito un passo utile ad affrontare il problema con logica e cercando di attenersi ad un caso di studio reale. Infatti, si è deciso di andare ad implementare un confronto economico tra parco auto attuale e le possibili alternative proposte con auto elettriche che attestano valori di *potenza* (kW o CV)¹² vicini a quelle attuali.

Per spiegare meglio, abbiamo analizzato alcuni siti di società a noleggio si è deciso di inserire nel nuovo parco auto elettrico le vetture elencate in *tabella 14*.

¹² kW, CV= sono unità di misura utilizzate convenzionalmente per esprimere la potenza. Per quanto riguarda la conversione di un kW in CV: 1 kW è pari a 1,36 CV.

TIPOLOGIA AUTO COMBUSTIONE INTERNA	POTENZA		POTENZA	TIPOLOGIA AUTO ELETTRICHE
Lancia Ypsilon1.2	70 CV-51 kW		82 CV-60 kW	Smart Fortwo
Renault Clio 1.5	75 CV-55 kW		82 CV-60 kW	Smart Forfour
Fiat Panda 1.3	95 CV-69 kW		92 CV-68 kW	Renault ZOE R90
Ford Fiesta 1.5	130 CV-95 kW		135 CV-99 kW	Peugeot e-208
Ford Kuga 1.5	130 CV-95 kW		135 CV-99 kW	Opel e-Corsa
Ford Kuga 1.5	130 CV-95 kW		135 CV- 99 kW	Opel e-Corsa
BMW Serie 1 118d	150 CV-110 kW		180 CV- 132 kW	Mini Cooper SE
Volkswagen Touareg	265 CV-193 kW		310 CV- 228 kW	Audi e-TRON
Mercedes GLE 350	260 CV-190 kW		310 CV- 228 kW	Audi e-TRON

Tabella 14: auto elettriche da inserire nel parco auto. [Fonte: rielaborazione personale su dati tecnici di Alvolante.it, Quattroruote]

Individuate le tipologie di auto, andiamo a vedere nel dettaglio quali fattori sono stati presi in considerazione al fine di valutarne la fattibilità dell'investimento:

1. costo "carburante" annuale; (ovvero tariffa per la ricarica annuale delle auto elettriche);
2. costo noleggio e servizio annuale.

Come abbiamo fatto per le auto a combustione interna sono stati divisi i costi di gestione della flotta elettrica in modo da andare ad analizzare nel dettaglio la distribuzione economica di ogni singola auto.

Analizzare il "carburante" che un'auto elettrica richiede annualmente sta a significare valutare il costo complessivo richiesto dall'auto in base a:

- *tariffa pubblica sulla ricarica elettrica (€/kWh)*: è stato preso come riferimento una tariffa pubblica perché per prima cosa si sta analizzando il caso in cui l'azienda decidesse di effettuare una riconversione della flotta senza l'applicazione di impianto FV. Guardando in questa direzione, chi non può ricaricare da casa o al lavoro deve necessariamente utilizzare le colonnine pubbliche, a patto di averle ad una distanza ragionevole dalla zona di lavoro o di poter prevedere una, due o 'n' ricariche settimanali in base all'auto elettrica

e ai chilometri percorsi quotidianamente. Secondo alcuni dati relativi alle tariffe di ricarica pubblica, la scelta più adeguata è ricaduta su una comune colonnina che ricarica in corrente alternata a 11kW o 22 kW e che prevede un prezzo di 0.45 €/kWh (esempio: colonnina ENEL X).

- *capacità della batteria (kWh)*: l'elemento fondamentale delle auto elettriche odierne sono le batterie, componenti che, ad oggi, rappresentano il cruccio dei vari costruttori, dato che l'elemento penalizzante delle vetture elettriche è soprattutto l'autonomia. Secondo l'analisi effettuata sulla gestione della flotta elettrica, la capacità di ogni singola batteria per ogni tipo di auto è stata utilizzata per la determinazione del costo del "carburante" in quanto, conoscendo, secondo alcune stime, il valore dell'autonomia di un'auto è stato possibile ottenere il numero di cariche da effettuare e quindi il costo annuale per percorrere i km complessivi stimati per ogni auto.
- *autonomia dell'auto (km)*: l'autonomia in un'auto elettrica è il risultato di tanti fattori. Dipende dalla capienza delle batterie, ma anche dall'efficienza energetica generale, che le case automobilistiche provano a implementare in ogni dettaglio per arrivare a percorrere qualche km in più con una sola ricarica. Utilizzando una stima media sull'autonomia di ogni singola auto grazie a dati presi da siti specializzati (automoto.it, quattroruote.it) è stato possibile dunque, insieme agli altri fattori, giungere a una conclusione di costo complessivo di ogni singola auto e dunque di tutto il parco auto elettrico.

Mettendo insieme questi dati:

costo annuale per la ricarica elettrica: $(C_r \cdot c_b) \cdot n$

in cui:

C_r rappresenta il costo per la ricarica che abbiamo stimato essere pari a 0,45 €/kWh;

c_b rappresenta la capacità di ogni batteria delle diverse auto elettriche (kWh);

$(C_r \cdot c_b)$ rappresenta il costo di ogni pieno effettuato a seconda del tipo di auto;

n rappresenta il numero di pieni da effettuare per ottenere i km totali.

Facendo questo calcolo si ottiene il costo annuale per ricaricare il veicolo. A tale costo ricordiamo di aggiungere i costi di noleggio e servizio che sono stati determinati da preventivi presi su siti di società già citate in precedenza per aver prestato servizio alle attuali auto aziendali.

Stando alle conformità di tali società (ALD, ARVAL, EXECUTIVELEASE), il contratto comprenderebbe:

- costi di noleggio, relativi al canone mensile;
- costi di servizio, immatricolazione e messa su strada, tassa di proprietà, assicurazioni (RCA, incendio e furto, kasko), manutenzione ordinaria e straordinaria (tagliandi, cambio olio, ecc), sostituzione degli pneumatici, soccorso stradale in caso di incidente o furto, auto sostitutiva.

Conoscendo i costi mensili di noleggio e servizio annuali, insieme ai precedenti costi per la ricarica annuale, si sono stimate le conclusioni dei differenti scenari.

3.3.2 1° Scenario

TIPOLOGIA AUTO	Renault ZOE R90	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Peugeot e-208	mini cooper SE	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Volkswagen Touareg	Mercedes GLE
Potenza [cv]	92cv	82cv	135cv	135cv	180cv	135cv	82cv		
Autonomia reale [km]		350,00	150,00	330,00	340,00	235,00	330,00	140,00	
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000,00		20000,00	20000,00	20000,00	20000,00	20000,00	20000,00	
Capacità batteria auto (kWh)		41,00	17,60	50,00	50,00	32,60	50,00	17,60	
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)		0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	
costo carburante per Km (€/Km)		0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	
costo pieno con tariffa pubblica (€)		18,45	7,92	22,50	22,50	14,67	22,50	7,92	
costo annuale carburante (€)		1054,3	1056,0	1363,6	1323,5	1248,5	1363,6	1131,4	2856,0 2940,0
COSTI INVESTIMENTO									
Anticipo		4200	3000	4200	4200	4000	4200	3000	
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)		385	309	399	439	470	399	279	1221,7 1928,0
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)		4620	3708	4788	5268	5640	4788	3348	14660,9 23136
costi aziendali annui per singola auto (€)		9874,3	7764,0	10351,6	10791,5	10888,5	10351,6	7479,4	17516,88 26076,0
costi aziendali mensili per singola auto(€)		822,86	647,00	862,64	899,29	907,38	862,64	623,29	1459,74 2173,00
peso sul costo totale aziendale		8,89	6,99	9,32	9,71	9,80	9,32	6,73	15,77 23,47
peso sul costo elettrico a noleggio aziendale		14,63	11,50	15,34	15,99	16,13	15,34	11,08	
costo parco auto elettrico a noleggio annuale (€)		67501							
costo parco auto elettrico a noleggio mensile (€)		5625							
costo totale parco auto 1 SCENARIO (€)		111094							
variazione dei costi aziendali %		20%							

Tabella 15: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 1° scenario, anno 1. [Fonte: rielaborazione personale]

Per quanto concerne lo studio del primo scenario, si è supposto di riconvertire 7 su 9 auto della flotta in elettrico ad esclusione delle auto Volkswagen Touareg e Mercedes

GLE 350. In base a quanto detto nei paragrafi precedenti, le auto elettriche andranno a sostituire auto a parità di potenza. Secondo il contratto da stipulare con le società addette al noleggio, oltre ai costi mensili vi è un anticipo, da saldare al momento del noleggio. Se valutiamo l'esborso iniziale di capitale per effettuare l'investimento, tale situazione allora ci porta ad un aumento del costo di gestione annuale della nostra flotta.

Come possiamo vedere il costo totale della gestione del parco auto comprensivo dei due SUV, corrisponde a circa 111 mila €. Se consideriamo il costo attuale, tale investimento porterebbe ad un aumento pari al 20%

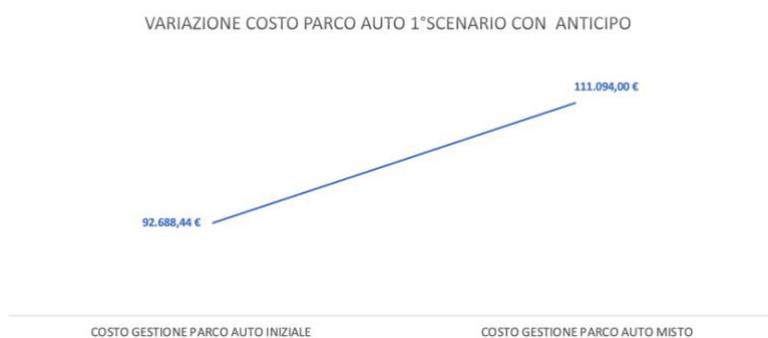


Tabella 16: analisi della variazione di costo del parco auto nel 1° scenari. [Fonte: rielaborazione personale]

Come si evince dalla *tabella 4*, questo aumento di prezzo è giustamente spiegato dal fatto che un anticipo per ogni auto richiede un costo iniziale elevato per l'azienda. Tale costo possiamo inoltre frazionarlo e dunque osservare che, per quanto riguarda le auto elettriche si avrebbe un livellamento dei costi di gestione.

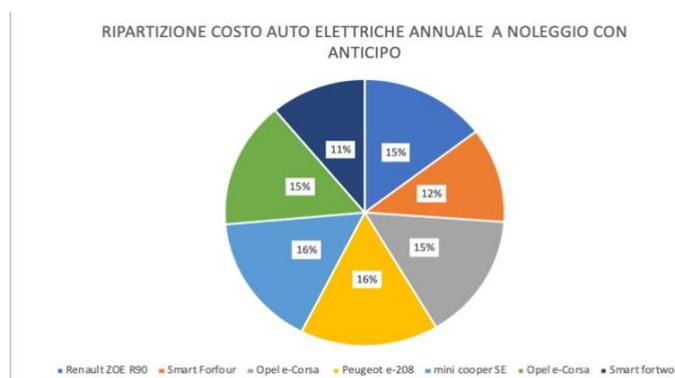


Tabella 17: ripartizione del costo della flotta elettrica nel 1° scenario con anticipo iniziale. [Fonte: rielaborazione personale]

Infatti, come dimostra la *tabella 17*, il costo di gestione della flotta elettrica, nel primo anno in cui si effettua l'investimento, è distribuito omogeneamente.

Se andassimo a considerare il totale della flotta aziendale, includendo anche i due modelli a combustione interna, osserveremo naturalmente una ripartizione dei costi non più omogenea, ma con un aumento relativo all'introduzione dei due SUV.

Possiamo infatti notare questo particolare dalla *tabella 18* seguente.

RIPARTIZIONE COSTI PARCO AUTO ANNUALE 1° SCENARIO CON ANTICIPO

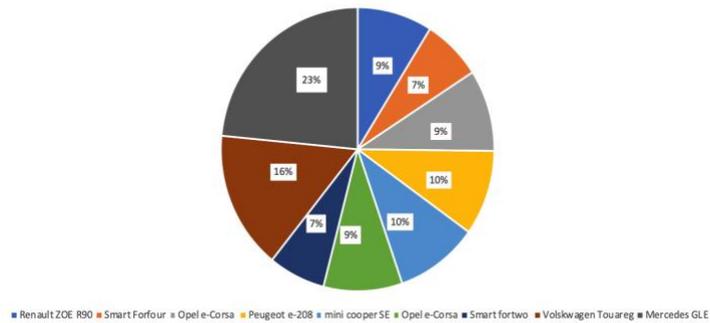


Tabella 18: ripartizione del costo della flotta al completo nel 1° scenario con anticipo iniziale. [Fonte: rielaborazione personale]

Successivamente, rimanendo sul 1° Scenario, se andassimo a considerare il secondo anno in cui avremmo costi di anticipo estinti e ammortizzati lungo il primo anno trascorso, possiamo osservare una nuova situazione economica favorevole per la Traflo.

TIPOLOGIA AUTO	Renault ZOE R90	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Peugeot e-208	Mini Cooper SE	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Volkswagen Touareg	Mercedes GLE
Potenza [cv]	92cv	82cv	135cv	135cv	180cv	135cv	82cv		
Autonomia reale [km]	350	150	330	340	235	330	140		
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000		
Capacità batteria auto (kWh)	41	18	50	50	33	50	18		
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45		
costo carburante per Km (€/Km)	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06		
costo pieno con tariffa pubblica (€)	18,45	7,92	22,50	22,50	14,67	22,50	7,92		
costo annuale carburante (€)	1054,3	1056,0	1363,6	1323,5	1248,5	1363,6	1131,4	2856,0	2940,0
COSTI INVESTIMENTO									
Anticipo	0	0	0	0	0	0	0		
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)	385	309	399	439	470	399	279	1221,7	1928,0
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)	4620	3708	4788	5268	5640	4788	3348	14660,9	23136
costi aziendali annui per singola auto (€)	5674,3	4764,0	6151,6	6591,5	6888,5	6151,6	4479,4	17516,88	26076,0
costi aziendali mensili per singola auto(€)	472,86	397,00	512,64	549,29	574,04	512,64	373,29	1459,74	2173,00
peso sul costo totale aziendale	6,73	5,65	7,30	7,82	8,17	7,30	5,31	20,78	30,93
peso sul costo elettrico a noleggio aziendale	6,73	5,65	7,30	7,82	8,17	7,30	5,31		
costo parco auto elettrico a noleggio annuale (€)	40.701 €								
costo parco auto elettrico a noleggio mensile (€)	3.392 €								
costo totale parco auto 1° SCENARIO a 2° anno (€)	84.294 €								
Variazione dei costi aziendali	-9%								

Tabella 19: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 1° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

Come vediamo in *tabella 19*, l'azienda nel corso dell'anno successivo all'investimento in e-mobility sosterebbe un costo minore per la gestione della flotta aziendale rispetto al caso attuale con auto convenzionali. Questo risparmio è evidenziato da un decremento dei costi di gestione pari al 9%.

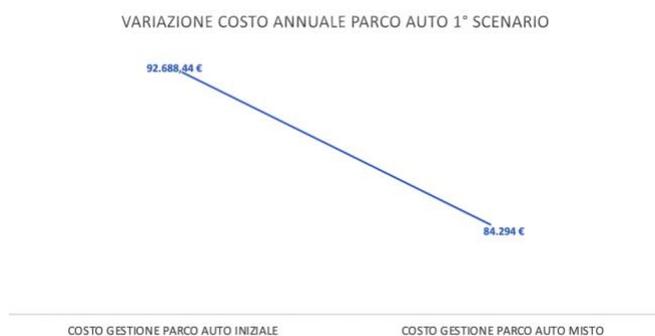


Tabella 20: analisi della variazione di costo del parco auto nel 1° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

Come si può notare dalla retta dei costi nella *tabella 20*, la cui pendenza è pari al decremento dei costi, si riesce ad individuare il risparmio economico con il 1° scenario. Questa soluzione dunque potrebbe essere un suggerimento per la Tralfo se decidesse di mantenere come macchine di rappresentanza i due SUV.

Come si evince dai prossimi diagrammi il bilancio delle auto che incidono sul totale dei costi sottolineano un'omogeneità dei costi delle auto elettriche rispetto un costo sostanzialmente maggiore delle auto convenzionali (Touareg e Mercedes GLE) che rappresentano il 52% dei costi aziendali in questo scenario di investimento.

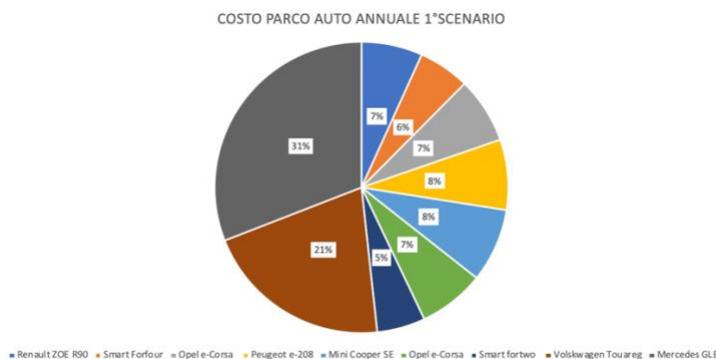


Tabella 21: ripartizione del costo della flotta al completo nel 1° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

Tale osservazione (*tabella 21*) potrebbe portarci a definire un nuovo scenario. Ed è ciò che è stato fatto, ovvero, è stato pensato di effettuare un nuovo investimento in elettrico anche per le auto più onerose della flotta e più dispendiose in termini di emissioni di CO₂:

- Volkswagen Touareg: 21% dei costi aziendali, elevate emissioni di CO₂ rilasciate in aria (168 g/km)
- Mercedes GLE 350: 31% dei costi aziendali, elevate emissioni di CO₂ rilasciate in aria (184 g/km)

A tal proposito, valutando diverse offerte che potrebbero conciliare costo-prestazioni si è inserito nel nuovo scenario l'investimento in 2 SUV elettrici.

3.3.3 2° Scenario

Come accennato nel 1° scenario i nuovi SUV su cui l'azienda Tralfo potrebbe investire al fine di mantenere un livello alto in prestazioni e per poter eseguire una corretta analisi in termini di potenza erogata si suggerisce di optare per 2 Audi e-Tron.

Tali auto contribuiranno ad ottenere un nuovo risultato per la gestione della flotta. Vediamo come di seguito sono stati implementati i calcoli con stesso principio visto in precedenza.

TIPOLOGIA AUTO	Renault ZOE R90	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Peugeot e-208	mini cooper SE	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Audi e-Tron 50	Audi e-Tron 50
Potenza [cv]	92cv	82cv	135cv	135cv	180cv	135cv	82cv	313cv	313cv
Autonomia reale [km]	350	150	330	340	235	330	140	350	350
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	30000	30000
Capacità batteria auto (kWh)	41,0	17,6	50,0	50,0	32,6	50,0	17,6	65,0	65,0
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
costo carburante per Km (€/Km)	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08	0,08
costo pieno con tariffa pubblica (€)	18,45	7,92	22,50	22,50	14,67	22,50	7,92	29,25	29,25
costo annuale carburante (€)	1054,3	1056,0	1363,6	1323,5	1248,5	1363,6	1131,4	2507,1	2507,1
COSTI INVESTIMENTO									
Anticipo	4200	3000	4200	4200	4000	4200	3000		
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)	385	309	399	439	470	399	279	1340	1340
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)	4620	3708	4788	5268	5640	4788	3348	16080	16080
costi aziendali annui per singola auto (€)	9874,3	7764,0	10351,6	10791,5	10888,5	10351,6	7479,4	18587,1	18587,1
costi aziendali mensili per singola auto(€)	822,86	647,00	862,64	899,29	907,38	862,64	623,29	1548,93	1548,93
peso sul costo totale aziendale	9,43	7,42	9,89	10,31	10,40	9,89	7,15	17,76	17,76
costo parco auto elettrico a noleggio annuale [€]		67501							
costo parco auto elettrico a noleggio mensile [€]		5625							
costo totale parco auto 1 SCENARIO [€]		104675,31							
variazione dei costi aziendali annuali		13%							

Tabella 22: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 2° scenario, anno 1. [Fonte: rielaborazione personale]

Questo studio prevede la stipulazione di due nuovi contratti di noleggio a lungo termine con la società *Executivelease* la quale, secondo preventivo, includerebbe:

- assicurazione RCA, Kasko, furto e incendio, PAI;
- assistenza stradale;
- manutenzione ordinaria e straordinaria;
- safety kit su entrambi i veicoli;
- consegna autoveicolo in tutta Italia;
- immatricolazione e messa in strada;
- 1 o 2 treni di gomme premium oltre a quello esistente (ove necessario);
- carta verde.

Avendo un pacchetto “all inclusive” si è proseguiti con il calcolo annuale dei veicoli con stesso procedimento utilizzato e citato nei paragrafi precedenti per le altre auto elettriche con le quali, a partire dal costo relativo alla tariffa annua per la ricarica del mezzo per percorrere i km complessivi, aggiungendo costi del noleggio e servizi annui si è determinato il costo complessivo di gestione della flotta “full electric”.

Anche in questo nuovo investimento, come nel primo anno del 1° scenario, dati gli anticipi da versare per il noleggio di 7 veicoli su 9, si avranno costi maggiori rispetto al caso attuale. Questa situazione è sottolineata da un aumento di costo pari al 13%, come possiamo evincere dalla seguente *tabella 23*:

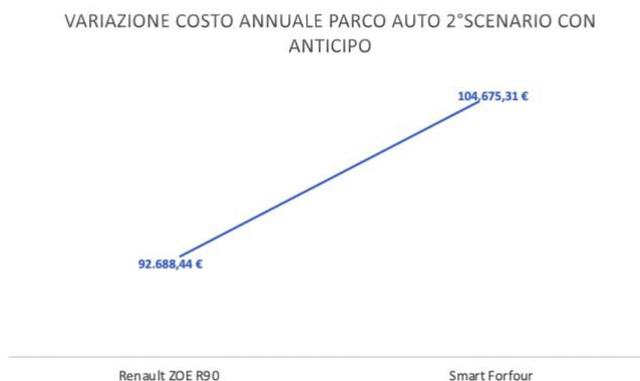


Tabella 23: analisi della variazione di costo del parco auto nel 2° scenario con anticipo iniziale.
[Fonte: rielaborazione personale]

Per far sì che si ottengano risparmi sui costi di gestione della flotta, come nel primo scenario, bisogna attendere il secondo anno.

TIPOLOGIA AUTO	Renault ZOE R90	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Peugeot e-208	mini cooper SE	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Audi e-Tron 50	Audi e-Tron 50
Potenza [cv]	92cv	82cv	135cv	135cv	180cv	135cv	82cv	313cv	313cv
Autonomia reale [km]	350	150	330	340	235	330	140	350	350
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	30000	30000
Capacità batteria auto (kWh)		41,0	17,6	50,0	50,0	32,6	50,0	17,6	65,0
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)		0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
costo carburante per Km (€/Km)		0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,08
costo pieno con tariffa pubblica (€)		18,45	7,92	22,50	22,50	14,67	22,50	7,92	29,25
costo annuale carburante (€)		1054,3	1056,0	1363,6	1323,5	1248,5	1363,6	1131,4	2507,1
COSTI INVESTIMENTO									
Anticipo		0	0	0	0	0	0	0	0
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)		385	309	399	439	470	399	279	1340
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)		4620	3708	4788	5268	5640	4788	3348	16080
costi aziendali annui per singola auto (€)		5674,3	4764,0	6151,6	6591,5	6888,5	6151,6	4479,4	18587,1
costi aziendali mensili per singola auto(€)		472,86	397,00	512,64	549,29	574,04	512,64	373,29	1548,93
peso sul costo totale aziendale		5,42	4,55	5,88	6,30	6,58	5,88	4,28	17,76
costo parco auto elettrico a noleggio annuale [€]		40701							
costo parco auto elettrico a noleggio mensile [€]		3392							
costo totale parco auto 1 SCENARIO [€]		77875,31							
Variazione dei costi aziendali annuali		-16%							

Tabella 24: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 2° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

Azzerando i costi riguardanti gli anticipi da pagare al noleggiatore, si ottiene uno scenario di risparmio per la gestione della flotta.

Come vediamo in *tabella 24*, l'azienda nel corso dell'anno successivo all'investimento in e-mobility sosterebbe un costo minore per la gestione della flotta aziendale pari ad un decremento percentuale del 16%.

VARIAZIONE COSTO ANNUALE PARCO AUTO 2°SCENARIO

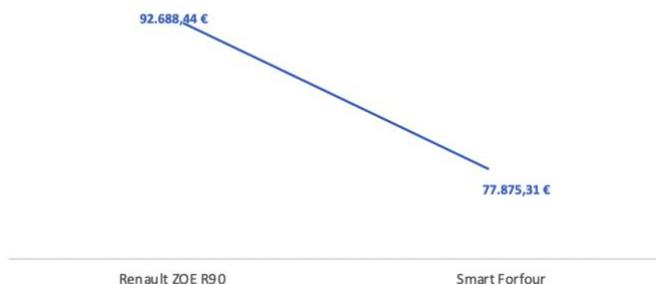


Tabella 25: analisi della variazione di costo del parco auto nel 2° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

Questa situazione evidenzia un costo di gestione della flotta completamente elettrica pari a 77.875 € contro un attuale costo di gestione di 92.688€. Una situazione favorevole per l'azienda da tenere in risalto per le nostre conclusioni finali.

RIPARTIZIONE COSTO PARCO AUTO ANNUALE 2°SCENARIO

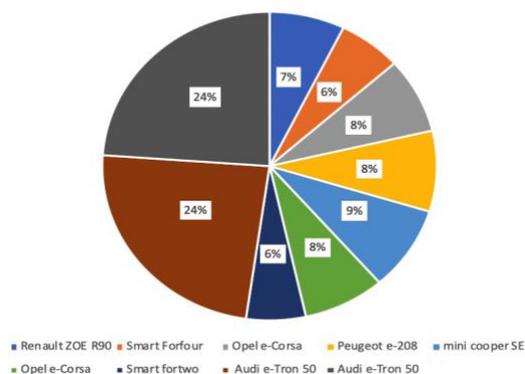


Tabella 26: ripartizione del costo della flotta al completo nel 2° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

Come si evince dalla *tabella 26* le nuove auto elettriche da inserire nella flotta aziendale nel 2° scenario, rappresentano la metà dei costi totali della flotta. Nel caso in cui l'azienda volesse rinunciare a tali auto avrebbe un risparmio notevole dal punto di vista economico.

Sul discorso delle emissioni, rispetto al 1° scenario, tralasciando le emissioni dovute alla produzione e allo smaltimento delle e-mobility, non essendoci combustioni interne nelle auto della flotta, la CO₂ emessa in ambiente sarà pari a zero.

Questo scenario però non sarà l'ultima soluzione analizzata perché per finire, si potrebbe optare per un "mix" aziendale di auto elettriche e auto convenzionali.

3.3.4 3° Scenario

In questo terzo ed ultimo scenario si ipotizza la possibilità di ottenere un giusto compromesso organizzativo-economico. Se da una parte investire in elettrico rappresenta un grande passo avanti per l'azienda, da un altro punto di vista potrebbe inizialmente portare a degli squilibri organizzativi all'interno della stessa dovuti alla nuova tecnologia da gestire. Per questo è stato eseguito un ulteriore studio in materia al fine di ottimizzare il parco auto e ottenere un mix comprendente:

- 5 nuove auto elettriche da sostituire, Smart Forfour, Opel e-Corsa, Opel e-Corsa, Smart fortwo, Audi e-Tron 50;
- 4 auto attuali auto convenzionali, FIAT Panda 1.3, Volkswagen Touareg, Ford Fiesta 1.5, BMW Serie 1 118d.

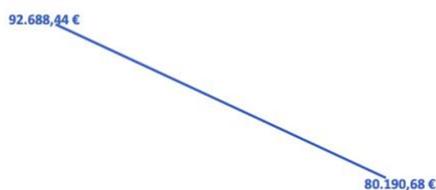
TIPOLOGIA AUTO	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Audi e-Tron 50	FIAT Panda 1.3	Volkswagen Touareg	Ford Fiesta 1.5	BMW Serie 1 118d
Potenza [cv]	82cv	135cv	135cv	82cv	313cv	95	250	130	150
Autonomia reale [km]	150	330	330	140	350				
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000	20000	20000	20000	30000	10.000	30.000	20.000	20.000
Capacità batteria auto (kWh)	17,6	50,0	50,0	17,6	65,0				
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)		0,45	0,45	0,45	0,45				
costo carburante per Km (€/Km)		0,05	0,07	0,07	0,06				
costo pieno con tariffa pubblica (€)		7,92	22,50	22,50	7,92				
costo annuale carburante (€)		1056,0	1363,6	1363,6	1131,4	1140	2856	1400	1680
COSTI INVESTIMENTO									
Anti-rullo		0	0	0	0				
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)		309	399	399	279	280,4	1221,7	467,5	778,7
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)		3708	4788	4788	3348	3365,3	14660,9	5609,5	9344,2
costi aziendali annui per singola auto (€)		4764,0	6151,6	6151,6	4479,4	4505,3	17516,9	7009,5	11024,2
costi aziendali mensili per singola auto(€)		397,00	512,64	512,64	373,29	375,4	1459,7	584,1	918,7
peso sul costo totale aziendale		5,94	7,67	7,67	5,59	5,62	21,84	8,74	13,75
costo parco auto elettrico a noleggio annuale [€]		40134							
costo parco auto elettrico a noleggio mensile [€]		3344							
costo totale parco auto 3 SCENARIO [€]		80189,68							
Variazione dei costi aziendali annuali									-13%

Tabella 27: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 3° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

In questa configurazione infatti è possibile notare una suddivisione di due insiemi differenti all'interno della stessa flotta.

Questa soluzione è stata adottata considerando lo scenario a partire dal 2° anno in cui si saranno estinti tutti i costi di anticipo. Come vediamo dai risultati ottenuti del foglio di calcolo in *tabella 27*, il costo di gestione ci porta ad una situazione vantaggiosa per la Tralfo, ottenendo un risparmio complessivo pari al 13% in meno rispetto ai costi attuali. Ovvero un costo di gestione del parco auto pari ad 80190 €. Per un risparmio totale di 12.500 € circa. Questo risparmio è possibile osservarlo dal successivo diagramma.

VARIAZIONE COSTO ANNUALE PARCO AUTO 3° SCENARIO



COSTO GESTIONE PARCO AUTO INIZIALE

COSTO GESTIONE PARCO AUTO MISTO

Tabella 28: analisi della variazione di costo del parco auto nel 3° scenario, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale].

Questo nuovo scenario è stato pensato per diffondere progressivamente una nuova tecnologia all'interno dell'azienda, evitando un cambiamento radicale che si verificherebbe nel giro di pochi giorni. I numeri rendono vantaggiosa questa nuova proposta dal lato economico, parallelamente però, non lo è sul piano della sostenibilità rispetto agli altri due scenari proposti. Trattenendo 4 delle attuali auto a combustione interna si avrebbero emissioni annuali di CO₂ pari a 11080 kg.

Come detto durante l'introduzione di questa analisi, non saranno solo questi gli scenari da tenere in considerazione per trarre le conclusioni sulla soluzione migliore da intraprendere.

3.4 INSERIMENTO AUTO ELETTRICHE: con fotovoltaico

3.4.1 Mobilità elettrica-impianto FV

La mobilità elettrica può far parte di un sistema connesso alla produzione di energia rinnovabile e grazie ad una gestione efficiente e attiva dei processi di carica e scarica, si possano portare vantaggi economici e ambientali.

In Italia sono già molte le installazioni di impianti fotovoltaici che producono energia senza impiego di combustibili fossili e senza l'emissione di gas serra; dal rapporto statistico del GSE si evidenzia che gli impianti in totale sono oltre le 700.000 unità, distribuiti in tutto il Paese.

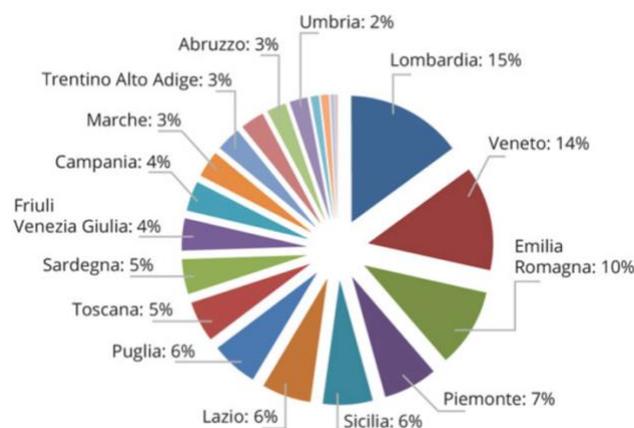


Figura 21: distribuzione impianti fotovoltaici nelle regioni italiane. [Fonte: GSE]

In questi impianti l'autoconsumo si attesta mediamente sul 34%, il che sta ad indicare che c'è una buona quantità di energia potenzialmente utilizzabile per la ricarica di auto elettriche. Per assicurare uno sfruttamento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico è importante la gestione della ricarica e l'ottimizzazione della disponibilità della fonte rinnovabile. Difatti i luoghi migliori per ricaricare a basso costo le auto elettriche sono i luoghi in cui i veicoli stazionano per più tempo. Insieme all'abitazione, il posto di lavoro è un punto essenziale in cui poter fare la ricarica del proprio veicolo. Per la Tralfo i vantaggi possono essere molteplici, considerando che l'investimento in infrastruttura (colonnina e impianto elettrico) può essere ammortizzato in pochi anni, i benefici più importanti sono:

- *Fedeltà e motivazione del personale*: un collaboratore con l'auto elettrica sarà grato alla propria azienda per questa possibilità.
- *Servizio per clienti e visitatori*: clienti e visitatori apprezzeranno e valuteranno positivamente questo servizio.
- *Immagine aziendale*: l'azienda trasmetterà l'immagine di una realtà all'avanguardia e attenta all'ambiente.
- *Ricarica della propria flotta elettrica*: la stessa infrastruttura può servire per ricaricare la flotta elettrica aziendale, conseguendo così i maggiori vantaggi della mobilità elettrica per l'impresa.
- *Costi minimi di ricarica*: la ricarica completa di un'auto elettrica consuma circa 4 € di energia elettrica e richiede circa 5 ore di tempo (facendo una ricarica lenta a 3,7 kW).

Con una ricarica completa in base alla capacità della batteria dell'auto in esame si possono percorrere dai 150 ai 350 km. Dopo un periodo di utilizzo delle e-car ci si adatterà al meglio con le proprie esigenze e si troverà il giusto compromesso per realizzare il tragitto lavoro-casa-lavoro. Ci si può quindi ragionevolmente attendere un consumo di qualche kWh al giorno.

3.5 INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

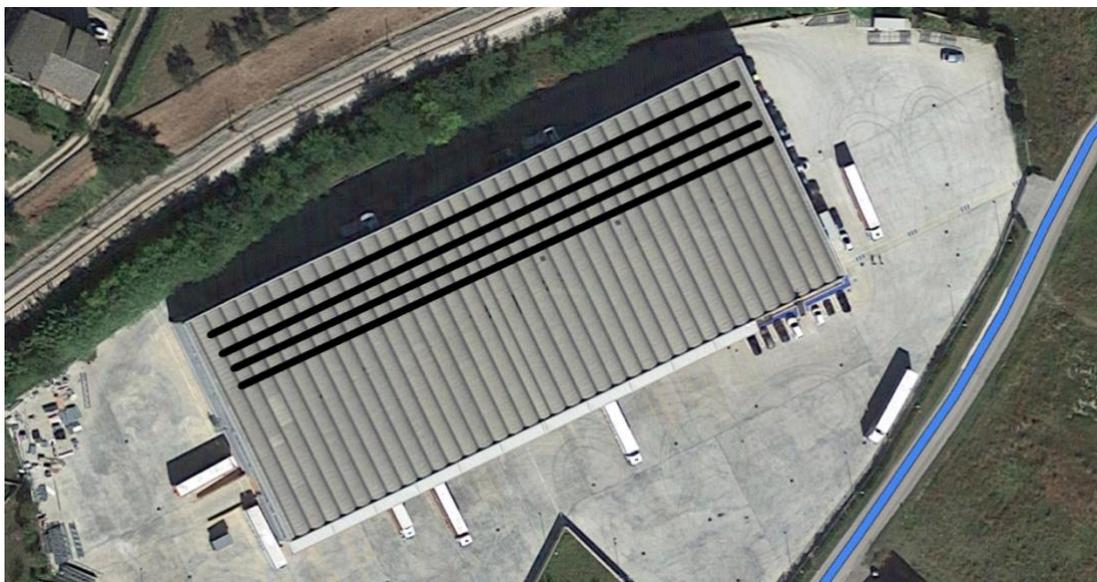


Figura 22: copertura azienda Tralfo e relativa installazione di impianto fotovoltaico. [Fonte: rielaborazione personale]

Come accennato ad inizio analisi la Tralfo avrebbe intenzione di utilizzare 2200mq di copertura per inserire un impianto fotovoltaico. Da uno studio effettuato, si ipotizza la realizzazione di questo impianto abbinato ad un sistema di accumulo (storage). Verrebbe realizzato un impianto fotovoltaico da 100kWp¹³ che produce, da calcoli termodinamici e relative perdite dovuti per diversi fattori incidenti, 132000KWh. L'impianto verrà affiancato ad un idoneo sistema di storage per aumentare notevolmente il periodo di autoconsumo, proprio per questo motivo si propone un sistema da 30 kWh agli ioni di litio con un costo di 600€/kWh.

Si dettagliano di seguito le caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico con accumulo:

- N°334 Moduli fotovoltaici al silicio cristallino da 300 Wp caduno. I moduli sono costituiti da 60 celle ad altissima efficienza fino al 18,42% permettendo ai moduli di produrre una elevata potenza di picco in poco spazio.
- N°5 Inverter di stringa marca Zucchetti Centro Sistemi

¹³ kWp= chilowatt di picco, unità di misura genericamente utilizzata per quantificare la produzione di energia per gli impianti fotovoltaici, ovvero esprime la producibilità massima di energia elettrica.

- Quadri elettrici generali realizzati in box a parete di tipo in PVC da interno, di dimensioni adeguate e contenente: scaricatori di sovratensioni per tutte le linee dal campo fotovoltaico; interruttori magnetotermici e differenziali a protezione di tutti i circuiti AC-DC in ingresso ed in uscita; morsettiere su guida DIN per tutte le utenze in ingresso/uscita.
- N°1 Impianto elettrico di distribuzione ed interconnessione di tutte le apparecchiature e componenti, costituito da tubazioni canaline, passerelle, cassette, cavi e accessori di collegamento e fissaggio di dimensioni adeguate al sito di posa per la specifica destinazione d'uso, per un massimo di 20 m.

Nella seguente *tabella 9* vengono riportate i dati elettrici del suddetto impianto fotovoltaico:

Specifiche elettriche	300
Potenza nominale (Wp)	300
Tensione a circuito aperto	39,60 V
Tensione a Pmax	32,80 V
Corrente a Pmax (A)	9,16
Corrente di cortocircuito (A)	9,64
Tensione a vuoto (V)	39,30
Efficienza modulo (%)	18,42
Temperatura d'esercizio	-40°C+85°C
Max tensione sistema V	1000
Numero di celle	60 (6 x 10)
Tecnologia celle	Monocristallino
Tipo di cella	Silicio
Dimensioni modulo	1660 x 990 x 50 IP65
Peso (Kg)	20

Tabella 29: dati elettrici dell'impianto fotovoltaico. [Fonte: rielaborazione personale]

L'importo finale per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico della potenza di picco di 100kWp con storage di 30kWh è pari a: € 145.891,00 + IVA di legge. Il vantaggio di utilizzare uno storage fotovoltaico sta tutto nell'aumento della quota di

autoconsumo. Nel nostro caso, questa quota è essenziale per determinare un giusto dimensionamento di un'infrastruttura di ricarica da inserire nel parcheggio aziendale. Se con i pannelli si parla di autoconsumo diretto, in quanto l'energia prodotta viene immediatamente utilizzata nella rete aziendale, con la batteria abbiamo l'autoconsumo differito, cioè la possibilità di sfruttare l'energia auto-prodotta quando effettivamente serve, indipendentemente dal fatto che il sole splenda o meno in cielo. Riferendoci all'azienda in esame, nelle ore diurne del fine settimana l'impianto produce energia, ma essendo l'azienda chiusa questa non viene utilizzata. Allora risulta essenziale l'utilizzo di uno storage adeguato. Avendo a disposizione la struttura fotovoltaica si potrebbe dunque pensare di realizzare un'infrastruttura di ricarica in relazione agli scenari appena esaminati sulla riconversione del parco auto aziendale. Come già detto tutto questo porterebbe a vantaggi da non tralasciare per l'azienda.

La valutazione tecnico-economica affrontata ci ha portato a definire accuratamente i diversi scenari in cui l'azienda potrebbe inserire la mobilità elettrica all'interno della flotta attuale. In primo luogo, abbiamo esaminato la possibilità di avere un parco auto innovativo senza l'ausilio di un impianto fotovoltaico e in questo caso il costo per la ricarica si è rivelato essere un peso non indifferente sul costo totale di gestione della flotta.

Tali costi potrebbero essere ridotti grazie all'inserimento di un impianto FV con storage. Questa nuova configurazione porterebbe a risparmi sicuramente maggiori per la gestione della flotta.

Focalizzando la nostra attenzione su questo tipo di soluzione, andando a ripercorrere gli scenari che si sono rivelati profittevoli (a partire dal 2° anno in cui vengono estinti i costi di anticipo), possiamo sostituire la tariffa relativa alla ricarica pubblica. Chi ha il fotovoltaico infatti può spendere ancora meno come abbiamo già definito: non spenderà dunque sui 45 centesimi a kWh come chi preleva dalla rete pubblica, ma calcolando i costi di installazione dell'impianto, ricaricare gli costerà indicativamente circa 7-10 centesimi di euro per kWh, cioè il valore indicativo LCOE (*Levelized Cost of Electricity*) del fotovoltaico in Italia.

3.5.1 1° Scenario: con fotovoltaico

TIPOLOGIA AUTO	Renault ZOE R90	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Peugeot e-208	Mini Cooper SE	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Volkswagen Touareg	Mercedes GLE
Potenza [cv]	92cv	82cv	135cv	135cv	180cv	135cv	82cv		
Autonomia reale [km]	350	150	330	340	235	330	140		
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000		
Capacità batteria auto (kWh)	41	18	50	50	33	50	18		
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		
costo carburante per Km (€/Km)		0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01		
costo pieno con tariffa pubblica (€)		4,10	1,76	5,00	5,00	3,26	5,00		
costo annuale carburante (€)		234,3	234,7	303,0	294,1	277,4	303,0	251,4	2856,0
									2940,0
COSTI INVESTIMENTO									
Anticipo		0	0	0	0	0	0		
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)		385	309	399	439	470	399	279	1221,7
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)		4620	3708	4788	5268	5640	4788	3348	14660,9
									23136
costi aziendali annui per singola auto (€)		4854,3	3942,7	5091,0	5562,1	5917,4	5091,0	3599,4	17516,88
costi aziendali mensili per singola auto(€)		404,52	328,56	424,25	463,51	493,12	424,25	299,95	1459,74
peso sul costo totale aziendale		6,25	5,08	6,56	7,16	7,62	6,56	4,64	22,56
peso sul costo elettrico a noleggio aziendale		6,25	5,08	6,56	7,16	7,62	6,56	4,64	33,58
costo parco auto elettrico a noleggio annuale [€]		34.058 €							
costo parco auto elettrico a noleggio mensile [€]		2.838 €							
costo totale parco auto 1° SCENARIO a 2° anno [€]		77.651 €							
Variazione dei costi aziendali		-16%							

Tabella 30: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 1° scenario con impianto FV. [Fonte: rielaborazione personale]

Come si evince dal foglio di calcolo, *tabella 30*, abbinare un impianto fotovoltaico alla mobilità elettrica porta a dei risparmi maggiori rispetto alla situazione del 1° scenario con ricarica pubblica. Questi risparmi incidono del 16% in meno rispetto al costo attuale di gestione della flotta aziendale. Come si evince dal seguente grafico il risparmio netto ammonterebbe a circa 15.000€.

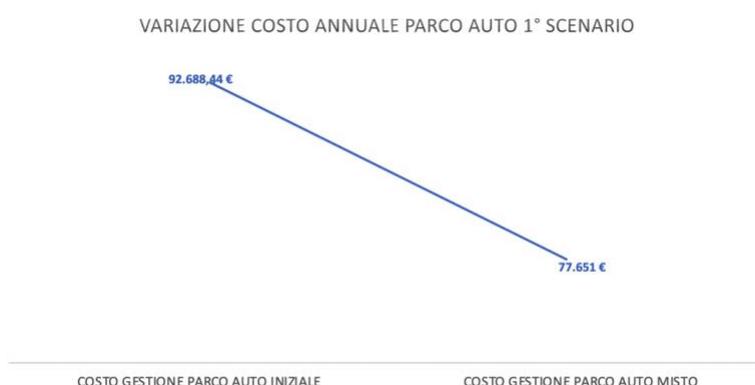


Tabella 31: analisi della variazione di costo del parco auto nel 1° scenario con fotovoltaico, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

3.5.2 2° Scenario: con fotovoltaico

TIPOLOGIA AUTO	Renault ZOE R90	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Peugeot e-208	mini cooper SE	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Audi e-Tron 50	Audi e-Tron 50
Potenza [cv]	92cv	82cv	135cv	135cv	180cv	135cv	82cv	140	140
Autonomia reale [km]	350	150	330	340	235	330	140	350	350
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	30000	30000
Capacità batteria auto (kWh)	41,0	17,6	50,0	50,0	32,6	50,0	17,6	65,0	65,0
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
costo carburante per Km (€/Km)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
costo pieno con tariffa pubblica (€)	4,10	1,76	5,00	5,00	3,26	5,00	1,76	6,50	6,50
costo annuale carburante (€)	234,3	234,7	303,0	294,1	277,4	303,0	251,4	557,1	557,1
COSTI INVESTIMENTO									
Anticipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)	385	309	399	439	470	399	279	1340	1340
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)	4620	3708	4788	5268	5640	4788	3348	16080	16080
costi aziendali annui per singola auto (€)	4854,3	3942,7	5091,0	5562,1	5917,4	5091,0	3599,4	16637,1	16637,1
costi aziendali mensili per singola auto(€)	404,52	328,56	424,25	463,51	493,12	424,25	299,95	1386,43	1386,43
peso sul costo totale aziendale	4,64	3,77	4,86	5,31	5,65	4,86	3,44	15,89	15,89
costo parco auto elettrico a noleggio annuale [€]		34058							
costo parco auto elettrico a noleggio mensile [€]		2838							
costo totale parco auto 1 SCENARIO [€]		67332,29							
Variazione dei costi aziendali annuali		-27%							

Tabella 32: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 2° scenario con impianto FV. [Fonte: rielaborazione personale]

Questa situazione, come possiamo osservare in *tabella 32*, risulta essere la più vantaggiosa economicamente. Consentirebbe all'azienda Tralfo di risparmiare il 27% del capitale utilizzato attualmente per la gestione del parco auto aziendale. Questo decremento percentuale corrisponderebbe ad un risparmio di circa 25.360 €.

VARIAZIONE COSTO ANNUALE PARCO AUTO 2°SCENARIO



COSTO GESTIONE PARCO AUTO INIZIALE

COSTO GESTIONE PARCO AUTO MISTO

Tabella 33: analisi della variazione di costo del parco auto nel 2° scenario con fotovoltaico, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

3.5.3 3° Scenario: con fotovoltaico

TIPOLOGIA AUTO	Smart Forfour	Opel e-Corsa	Opel e-Corsa	Smart fortwo	Audi e-Tron 50	FIAT Panda 1.3	Volkswagen Touareg	Ford Fiesta 1.5	BMW Serie 1 118d	
Potenza [cv]	82cv	135cv	135cv	82cv	313cv	95	250	130	150	
Autonomia reale [km]	150	330	330	140	350					
Stima chilometri percorsi in un anno (Km)	20000	20000	20000	20000	30000	10.000	30.000	20.000	20.000	
Capacità batteria auto (kWh)		17,6	50,0	50,0	17,6	65,0				
costo carburante tariffa pubblica per kWh (€/kWh)		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
costo carburante per Km (€/Km)		0,01	0,02	0,02	0,01	0,02				
costo pieno con tariffa pubblica (€)		1,76	5,00	5,00	1,76	6,50				
costo annuale carburante (€)		234,7	303,0	303,0	251,4	557,1	1140	2856	1400	1680
COSTI INVESTIMENTO										
Anticipo		0	0	0	0					
Canone di Noleggio e Servizi mensili (€)		309	399	399	279	1340	280,4	1221,7	467,5	778,7
Canone di Noleggio e Servizi annuali (€)		3708	4788	4788	3348	16080	3365,3	14660,9	5609,5	9344,2
costi aziendali annui per singola auto (€)		3942,7	5091,0	5091,0	3599,4	16637,1	4505,3	17516,9	7009,5	11024,2
costi aziendali mensili per singola auto(€)		328,56	424,25	424,25	299,95	1386,43	375,4	1459,7	584,1	918,7
peso sul costo totale aziendale		5,30	6,84	6,84	4,84	22,36	6,05	23,54	9,42	14,81
costo parco auto elettrico a noleggio annuale [€]		34361								
costo parco auto elettrico a noleggio mensile [€]		2863								
costo totale parco auto 3° SCENARIO [€]		74417,14								
Variazione dei costi aziendali annuali		-20%								

Tabella 34: analisi dei costi di gestione della flotta aziendale 3° scenario con impianto FV. [Fonte: rielaborazione personale]

Quest'ultima configurazione scelta per far fronte al cambiamento in maniera graduale, ci consente di ottenere una soluzione economica vantaggiosa, portando l'azienda a risparmiare il 20% dei costi attuali di gestione della flotta aziendale. In termini numerici questo risparmio ammonterebbe a circa 18.270 €.

VARIAZIONE COSTO ANNUALE PARCO AUTO 3° SCENARIO



COSTO GESTIONE PARCO AUTO INIZIALE COSTO GESTIONE PARCO AUTO MISTO

Tabella 35: analisi della variazione di costo del parco auto nel 3° scenario con fotovoltaico, anno 2. [Fonte: rielaborazione personale]

Salta fuori un sostanziale risparmio in tutti e 3 gli scenari analizzati, a conferma del fatto che investire in auto elettriche oltre ad avere un rilevante impatto ambientale positivo porta a vantaggi economici per la gestione della flotta aziendale.

- Scenario 1 (*tabella 30*): avremmo un risparmio economico del 16 % rispetto ai costi di gestione attuali della flotta aziendale, questo risparmio dovuto all'introduzione di 7 veicoli elettrici su 9 e alla configurazione di un impianto fotovoltaico con inserimento di infrastrutture di ricarica potrebbe essere una valida soluzione se si decidesse di non privarsi del "lusso" di due SUV aziendali.
- Scenario 2 (*tabella 32*): avremmo il risparmio economico maggiore dei tre casi, pari al 27% dei costi attuali di gestione, questo risparmio è dovuto ad una completa riconversione del parco auto in elettrico e alla maggiore efficienza dovuta all'introduzione di un impianto fotovoltaico con relative colonnine elettriche; scenario da adottare nel caso in cui si è sicuri di effettuare una totale innovazione energetica inserendo altresì due SUV elettrici a parità di potenza dei precedenti.
- Scenario 3 (*tabella 34*): in questo caso il risparmio economico sarebbe del 20% rispetto ai costi attuali di gestione della flotta, sempre con l'introduzione di un impianto fotovoltaico e le relative infrastrutture di ricarica, questa configurazione è stata presa in considerazione per ottenere un mix all'interno della flotta che consentirebbe un graduale cambiamento e un progressivo adattamento verso le tecnologie "green".

CAPITOLO 4

INFRASTRUTTURE DI RICARICA

4.1 TIPOLOGIA DI RICARICA

Le tecnologie di ricarica dei veicoli elettrici si suddividono in tre macro-gruppi:

-la ricarica conduttiva, avviene attraverso il collegamento del veicolo (con il caricabatteria di bordo) alla rete di alimentazione in corrente alternata (AC). In alternativa, si può utilizzare un caricabatteria esterno che fornisce corrente continua (DC) al veicolo. Entrambi i metodi di ricarica sono caratterizzati da un collegamento fisico (attraverso il cavo di alimentazione) tra veicolo e infrastruttura di ricarica. All'interno di questo tipo di tecnologia troviamo una suddivisione abbastanza complessa tra ricarica lenta (monofase o trifase) e veloce (in AC o in DC), strettamente legate alle evoluzioni tecnologiche che stanno caratterizzando questo ambito.

-la ricarica induttiva, è caratterizzata proprio dal fatto che non c'è un collegamento fisico con l'infrastruttura. Il trasferimento di energia alla batteria avviene attraverso l'accoppiamento elettromagnetico tra due bobine. Questa tecnologia si suddivide in stazionaria, che può essere attivata automaticamente nel momento della sosta, oppure dinamica, in cui la ricarica avviene durante la marcia del veicolo. Quest'ultima, tuttavia, è ancora in fase di sperimentazione.

-battery swapping, che non è propriamente una tecnologia di ricarica, ma può essere considerata tale, perchè si basa fondamentalmente sulla sostituzione della batteria. Questo avviene in un tempo molto breve ma i costi sono molto elevati, infatti ad oggi non è molto praticata come tecnica.

4.1.1 Ricarica conduttiva

Abbiamo visto che la ricarica conduttiva avviene attraverso un collegamento fisico tra veicolo e infrastruttura e si divide in tre categorie:

- *stazionaria in corrente alternata (AC);*
- *stazionaria in corrente continua (DC).*

Queste due categorie si differenziano principalmente da come viene erogata l'energia e dalle potenze in kW disponibili, di conseguenza, maggiore sarà la potenza, minore sarà il tempo di ricarica del veicolo.

- *ricarica dinamica.*

Per quanto concerne lo studio adibito al dimensionamento di un'infrastruttura di ricarica all'interno del parcheggio aziendale Tralfo ci soffermeremo sulla ricarica conduttiva ed in particolare sulle prime due categorie di ricarica per ottenere un giusto compromesso tecnico-efficiente.

4.1.2 Ricarica stazionaria

Negli usi domestici solitamente viene utilizzata un tipo di ricarica lenta; per lenta si intende una ricarica in corrente alternata monofase a 16 A, che può richiedere un tempo che va dalle 6 alle 8 ore, per una potenza di 3 kW, mentre nel caso di ricarica trifase a 7 kW il tempo può ridursi a 1 o 3 ore. Il tempo è anche dipendente dalla capacità di accumulo della batteria dell'auto. Di ricarica lenta ci sono applicazioni anche in ambito pubblico, tuttavia in questo caso è più corretto parlare di "accelerata", poiché la ricarica viene eseguita alla potenza di 22 kW (32 A trifase) e i tempi possono ridursi fino a 1 ora per una batteria con una capacità di 20-24 kWh.

Un fattore limitante e il principale punto debole di queste tecnologie, sono appunto i lunghi tempi di ricarica, che confrontati con i tempi di rifornimento di un veicolo convenzionale, che sono nell'ordine di minuti, anche solo un'ora diventa eccessiva. Tuttavia, nuove tecnologie si stanno affermando per ridurre i tempi, consentendo una ricarica completa in circa 15/30 minuti con una potenza di 43 kW (63 A trifase) per una ricarica in AC e dai 50 kW in su per una ricarica in DC ed è denominata infatti "veloce". Al momento le normative (*standard IEC – International Electrotechnical Commission*) indicano tre tipi di connessione e quattro possibili modi di ricarica. Questi, si differenziano in funzione del regime (AC, DC), della corrente massima, del

tipo di connettore (presa/spina) e delle caratteristiche dell'eventuale comunicazione/controllo tra veicolo e stazione di ricarica.

4.2 MODI DI RICARICA: differenti tipologie

4.2.1 Modo 1

La ricarica in modo 1 è un sistema di ricarica lento, consentito solo in ambiente domestico non accessibile a terzi. Il veicolo viene collegato alla rete di alimentazione AC utilizzando prese e spine fino 16 A (ordinarie per l'uso domestico). Il vantaggio di questo tipo di ricarica sta appunto nella disponibilità nelle abitazioni di un attacco diretto, senza impattare relativamente sulla rete di alimentazione.



Figura 23: esempio di impostazione per una ricarica Modo 1. [Fonte: E-Station]

4.2.2 Modo 2

La ricarica in modo 2 è simile al modo 1 (ricarica domestica) con la differenza che può raggiungere una corrente massima a 32 A grazie a un dispositivo di sicurezza collocato sul cavo.

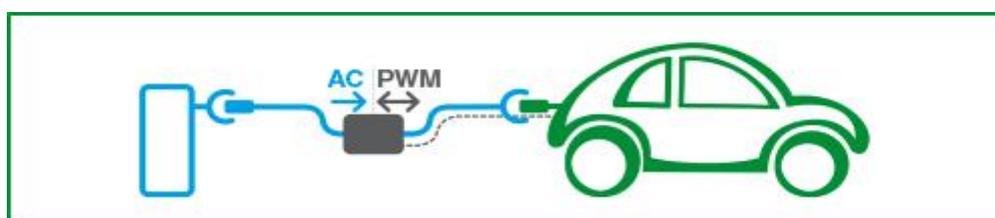


Figura 24: esempio di impostazione per una ricarica Modo 2. [Fonte: E-Station]

4.2.3 Modo 3

La ricarica in modo 3 è il sistema reso obbligatorio in ambiente pubblico e in ambienti privati accessibili al pubblico. Questo, prevede un collegamento diretto del veicolo

alla rete di alimentazione, utilizzando apparecchiature dedicate; può raggiungere una corrente massima di 63 A con potenze fino a 43 kW.



Figura 25: esempio di impostazione per una ricarica Modo 3. [Fonte: E-Station]

4.2.4 Modo 4

La ricarica in modo 4 è un sistema di ricarica veloce in corrente continua (fast DC). Sono previste potenze più elevate rispetto a quelle in alternata (ad oggi hanno una potenza di 50 kW), prevedendo che il caricabatteria (il convertitore da AC a DC) si trovi all'interno della stazione di ricarica e non sul veicolo. Il vantaggio di questa tecnologia è sicuramente il tempo di ricarica, consentendo una ricarica completa in



Figura 26: esempio di impostazione per una ricarica Modo 4. [Fonte: E-Station]

4.3 I CONNETTORI DI RICARICA: le differenti tipologie

Per la ricarica dei veicoli elettrici in corrente alternata AC (Modo 2 e Modo 3) sono previste quattro tipologie di connettori: Tipo1, Tipo 2, Tipo 3A e Tipo 3C. Analizziamo in particolare le tipologie di connettori di questi modi per rimanere in linea con lo sviluppo di un'infrastruttura di ricarica adibita alla Tralfo.

4.3.1 Tipo 1

Il TIPO 1 è un connettore che si trova solo sul lato veicolo.



Figura 27: descrizione di un connettore di ricarica di TIPO 1. [Fonte: E-Station]

Dalle specifiche riportate: monofase, 1 contatto pilota, max 16A, 230V, è utilizzato solo per i veicoli leggeri quali scooter e biciclette.

4.3.2 Tipo 2

-Il TIPO 2, si trova sia Lato Veicolo sia Lato Colonnina.



Figura 28: descrizione di un connettore di ricarica di TIPO 2. [Fonte: E-Station]

Le specifiche: mono/trifase, 2 contatti pilota, max 32A (63A), 230/400V, si trova sia sui veicoli, sia sulle colonnine. Potrebbe essere utilizzato nel nostro caso aziendale, predispone infatti specifiche che sono in accordo con quanto richiesto alla realizzazione dell'impianto e al suo funzionamento con le auto elettriche previste.

4.3.3 Tipo 3A

Il TIPO 3A è un connettore che si predispose al solo lato colonnina.



Figura 29: descrizione di un connettore di ricarica di TIPO 3A. [Fonte: E-Station]

Le specifiche prevedono: Monofase, 1 contatto pilota, max 16A, 230V, è utilizzato solo per i veicoli leggeri come scooter e quadricicli. Viene sconsigliata per l'impianto da realizzare.

4.3.4 Tipo 3C

Il TIPO 3C è un connettore che predispose la ricarica solo sul lato colonnina.



Figura 30: descrizione connettore di ricarica di TIPO 3C. [Fonte: E-Station]

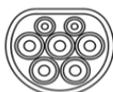
Le specifiche prevedono: Mono/trifase, 2 contatti pilota, max 32A (63A), 230/400V, si trova solo sulle colonnine. Questa tecnologia non risulta più essere in uso e dunque la si sconsiglia per il caso in questione.

4.3.5 Connettori di ricarica in base al parco auto a disposizione

Dopo aver approfondito nel dettaglio i particolari modi di ricarica e a sua volta i relativi tipi di ricarica elettrica per quanto riguarda i modi 2 e 3, sarà possibile fare una stima di quali tipologie di adattatori dovrà disporre l'azienda.

A tal punto i diversi contratti di noleggio predispongono dei connettori di ricarica inclusi nel prezzo, al momento del noleggio. È possibile individuare per ogni auto le tipologie di connettori associate con le relative potenze accettabili in ingresso.

TIPO 2



	Potenza massima accettata in ingresso AC			
	3.7 kW 16A 230V	7.4 kW 32A 230V	11 kW 16A 400V	22 kW 32A 400V
Audi e-tron	●			
Smart fortwo	●	●	●	●
Smart forfour	●	●	●	●
Renault ZOE R90	●	●	●	●
Mini cooper SE	●			
Opel e-corsa	●	●		
Peugeot e-208	●	●	●	

Tabella 36: connettori integrati per diverse tipologie di auto. [Fonte: rielaborazione personale su dati specifici leaseplan.it, ALD, Arval]

Questa tabella individua i connettori di ricarica che vengono inclusi con l'acquisto/noleggio delle seguenti auto. Tuttavia, è possibile aggiungere connettori che consentirebbero di ottenere una potenza maggiore in ingresso contrattando un prezzo maggiore di noleggio dell'auto.

Il parcheggio aziendale è un "luogo privato aperto a terzi", assimilato dalla normativa italiana ai luoghi pubblici. Le stazioni di ricarica da installare nel parcheggio aziendale devono quindi essere conformi al Modo 3 della normativa internazionale IEC 61851-

114. Questo assicura la massima sicurezza per le persone che utilizzano la stazione e per i veicoli elettrici che si ricaricano. In più l'installazione della stazione di ricarica non richiede autorizzazioni o permessi da parte di Enti particolari. L'infrastruttura di ricarica diventa infatti un impianto aziendale, installato e gestito in autonomia dalla Tralfo. Si consiglia dunque di spostare l'attenzione verso quanto detto su queste tipologie di ricarica.

4.4 COLONNINE DI RICARICA INDIVIDUATA

Analizzando diverse proposte da società che lavorano nel settore, si propone l'investimento nella colonnina con due prese di ricarica proposta dalla società E-Station.



Figura 31: immagine della colonnina proposta per la ricarica aziendale. [Fonte: e-station]

Questa Colonnina di ricarica è la soluzione ideale per chiunque desideri realizzare un punto di ricarica sicuro compatibile con tutte le auto elettriche presenti e future. La stazione di ricarica infatti è conforme al Modo 3 della normativa

¹⁴IEC 61851-1= L'allegato III della direttiva precisa le caratteristiche delle specifiche tecniche per lo sviluppo di infrastrutture (stazioni di ricarica, connettore e corrispondenti prese per la mobilità elettrica) per energie alternative

internazionale IEC 61851-1. La serie in questione [X-Line] riesce a fornire una potenza di 22 kW(trifase) o 7,4 kW (monofase) per presa. Il proprietario può inoltre decidere di attivare, da subito oppure successivamente, il Portale Cloud Online EMOBITALY per controllare e monitorare la stazione di ricarica, con un accesso completo a tutte le ricariche eseguite e alla gestione degli utenti. Inoltre, il Portale Online consente di dare accesso pubblico immediato a tutti gli *EV Drivers* in Italia e in Europa, offrendo un servizio di ricarica a pagamento (nel caso in cui si desiderasse di attivarlo).

La funzione di Gestione del Carico integrata nella stazione di ricarica può essere abilitata in qualsiasi momento. Questa funzionalità consente di distribuire la potenza disponibile nel luogo di installazione in modo proporzionale a tutte le stazioni di ricarica collegate. In questo modo è possibile ricaricare ogni veicolo elettrico in modo ottimale entro i limiti della capacità disponibile dell'impianto fotovoltaico.

4.4.1 Analisi dei costi

Questo modello di stazione di ricarica si installa facilmente a terra mediante il palo e il kit di montaggio forniti insieme alla stazione di ricarica e inclusi nel prezzo.

Per quanto riguarda i costi di investimento per usufruire di tale servizio in azienda:

costo per l'installazione delle colonnine	
costo colonnina	3.834,00 €
costo per tessere RFID (10 tessere)	35,00 €
costo per la garanzia (5 anni)	350,00 €
totale	4.219,00 €

Tabella 37: tabella riassuntiva dei costi di investimento per l'infrastruttura di ricarica. [Fonte: rielaborazione personale da E-Station]

Nel caso dei diversi scenari analizzati durante lo studio proposto si suggeriscono di installare:

-1° scenario, si consiglia l'applicazione di 2 colonnine (per un totale di 4 posti disponibili per la ricarica): in tal caso il prezzo totale ammonterebbe a circa 8.250 €.

-2° scenario, si consiglia l'applicazione di 3 colonnine (per un totale di 6 posti auto disponibili per la ricarica): in tal caso il prezzo totale ammonterebbe a circa 12650 €.

-3° scenario, si consiglia l'installazione di 1 colonnina (per un totale di 2 posti auto disponibili per la ricarica): in tal caso il prezzo ammonterebbe a circa 4.219 €.

4.4.2 Scheda tecnica colonnine da installare

Input- linea elettrica	2 x Monofase o Trifase a seconda della potenza configurata
Input- potenza	Fino a 22 kW per presa (32A 400V)
Output- tensione	230 V, 400 V
Output- potenza massima	Fino a 7,4 kW (monofase) o 22 kW (trifase) per presa
Presa di carica	2 x Tipo 2 IEC 62196 con shutter (IPXXD)
Modo di carica	Modo 3 secondo IEC 61851
Dimensioni	1'400 x 370 x 240 mm (altezza x larghezza x profondità)
Peso	ca. 25 kg
Temperatura di utilizzo	-25 °C ... +50 °C
Certificazioni	Dichiarazione di conformità CE
Garanzia	24 mesi (estensione a 60 mesi opzionale)

Tabella 38: rielaborazione scheda tecnica colonnina e-station. [fonte: E-Station]

4.5 VALUTAZIONE INVESTIMENTO

Come detto in paragrafi precedenti, l'azienda ha l'intenzione di investire in energia da fonti rinnovabili. In particolare, con il pacchetto impianto fotovoltaico e infrastruttura di ricarica installata all'interno del parcheggio aziendale il costo totale per ogni scenario risulterebbe essere pari a:

-1° scenario: € 145.891,00 (+IVA) + € 8.250, per un totale di circa 154.140 €;

-2° scenario: € 145.891,00 (+IVA) + € 12.650, per un totale di circa 158.150 €;

-3° scenario: € 145.891,00 (+IVA) + € 4.129, per un totale di circa 150.00 €.

Questi costi verranno recuperati nel corso degli anni, si stima infatti un ritorno economico, con un risparmio annuale netto pari a €21.561,18, intorno al 4 anno a seguito dell'investimento in energia rinnovabile.

Questa soluzione verrà incontro anche alla gestione della flotta elettrica in quanto permetterebbe di rendere minimi i costi per la ricarica annuale elettrica delle batterie.

Con il fotovoltaico e l'utilizzo dell'apposito sistema di accumulo si spenderà molto meno, questo perché si usa direttamente l'energia "fatta in azienda", in autoconsumo: non si spenderà dunque sui 0,45€ a kWh come abbiamo analizzato nei precedenti scenari in cui si faceva riferimento ad una ricarica presso una colonnina pubblica, non si spendono 0,20 € a kWh come chi preleva dalla rete domestica, che deve pagare anche oneri di rete e di sistema e tasse, ma calcolando i costi di installazione dell'impianto, ricaricare in azienda costerà indicativamente circa 7-10 centesimi di euro per kWh, cioè il valore indicativo LCOE (Levelized Cost of Electricity) del fotovoltaico in Italia.

CONCLUSIONI

Al fine di illustrare all'azienda la via migliore da intraprendere, andiamo a riassumere le diverse soluzioni plausibili.

Soluzione mobilità elettrica aziendale senza fotovoltaico

- *1° scenario:* al 2° anno si avrebbe un risparmio economico del 9% rispetto ai costi attuali rispetto ai costi attuali di gestione della flotta aziendale, pari a 8.394 €
- *2° scenario:* al 2° anno si avrebbe un risparmio economico del 16% rispetto ai costi attuali di gestione della flotta aziendale, pari a 14.813 €.
- *3° scenario:* al 2° anno si avrebbe un risparmio economico del 13% rispetto ai costi attuali di gestione della flotta aziendale, pari a 12.450 €

Soluzioni mobilità elettrica aziendale con fotovoltaico e infrastruttura di ricarica

- *1° scenario:* al 2° anno si avrebbe un risparmio economico del 16% rispetto ai costi attuali di gestione della flotta aziendale, pari a 15.00 €.
- *2° scenario:* al 2° anno si avrebbe un risparmio economico del 27% rispetto ai costi attuali di gestione della flotta aziendale, pari a 25.360 €.
- *3° scenario:* al 2° anno si avrebbe un risparmio economico del 20% rispetto ai costi attuali di gestione della flotta aziendale, pari a 18.270 €.

L'analisi effettuata ci porta ad indicare la soluzione con impianto fotovoltaico e relativa infrastruttura di ricarica la più vantaggiosa per l'azienda Tralfo al fine di gestire al meglio la flotta aziendale. Questo tipo di soluzione, come abbiamo accennato lungo il percorso della tesi, predispone una serie di vantaggi connessi alla possibilità di interagire con una nuova tecnologia all'interno dell'azienda.

Infatti, ricaricare l'auto elettrica direttamente nel parcheggio aziendale conviene perché mediamente è il luogo in cui i lavoratori passano più ore della loro giornata.

Tant'è che i luoghi migliori per ricaricare a basso costo le auto elettriche sono i luoghi in cui i veicoli stazionano per più tempo. Insieme all'abitazione, il posto di lavoro è un punto essenziale in cui poter fare la ricarica del proprio veicolo.

Per l'azienda Tralfo, oltre ad offrire un servizio vantaggioso al guidatore per la posizione dell'infrastruttura, questa configurazione porterà numerosi vantaggi, di seguito elencati:

- *Fedeltà e motivazione del personale*: un collaboratore con l'auto elettrica sarà grato alla propria azienda per questa possibilità.
- *Servizio per clienti e visitatori*: anche clienti e visitatori apprezzeranno e valuteranno positivamente questo servizio.
- *Immagine aziendale*: verrà trasmessa l'immagine di un'azienda all'avanguardia e attenta all'ambiente.
- *Ricarica della propria flotta elettrica*: la stessa infrastruttura può servire per ricaricare la flotta elettrica aziendale, conseguendo così i maggiori vantaggi della mobilità elettrica per l'impresa.

Questa analisi ha illustrato i motivi per cui poter effettuare l'investimento in una tecnologia "green". Si consiglia all'azienda di valutare attentamente i tre scenari proposti al fine di conciliare la convenienza, l'impatto ambientale, i vantaggi elencati e la predisposizione ad affiancare una nuova tecnologia al team aziendale.

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1: “PIANO 20 20 20: PACCHETTO CLIMA – ENERGIA”[FONTE: GEU].....	10
FIGURA 2: CURVE PER INDIVIDUARE I LIMITI EMISSIVI PER LA CO2 AL 2021-[FONTE: ENEA]	12
FIGURA 3: AGENDA 2030: GLI OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE. [FONTE: UNRIC.ORG]	14
FIGURA 4:TRAIETTORIA DELLA QUOTA FER COMPLESSIVA [FONTE: GSE E RSE]	17
FIGURA 5: TRAIETTORIA DELLA QUOTA FER ELETTRICA. [FONTE: GSE E RSE]	18
FIGURA 6:TRAIETTORIA DELLA QUOTA FER NEL SETTORE TERMICO. [FONTE: GSE E RSE]	19
FIGURA 7:TRAIETTORIA DELLA QUOTA FER NEL SETTORE TRASPORTI. [FONTE: GSE E RSE].....	19
FIGURA 8: TRAIETTORIE DI CRESCITA DELL’ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI AL 2030 NEL SETTORE DEI TRASPORTI. [FONTE: GSE E RSE]	21
FIGURA 9: COMPONENTI DI UN VEICOLO ELETTRICO. [FONTE: EEA].....	23
FIGURA 10: VEICOLI CONVENZIONALI. VANTAGGI E SVANTAGGI. [FONTE: EEA].....	25
FIGURA 11: VEICOLI IBRIDI PLUG-IN (PHEV). VANTAGGI E SVANTAGGI. [FONTE: EEA].....	26
FIGURA 12: VEICOLI IBRIDI ELETTRICI (HEV). VANTAGGI E SVANTAGGI. [FONTE: EEA].....	27
FIGURA 13: VEICOLI IBRIDI RANGE-EXTENDED (REEV). VANTAGGI E SVANTAGGI. FONTE: EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA).....	27
FIGURA 14: VEICOLI ELETTRICI A BATTERIA (BEV). VANTAGGI E SVANTAGGI. [FONTE: EEA].....	28
FIGURA 15: VEICOLI A FUEL.-CELL A IDROGENO (FCEV). VANTAGGI E SVANTAGGI. [FONTE:EEA]	29
FIGURA 16: UE/EFTA – IMMATRICOLAZIONI AUTOVETTURE PER ALIMENTAZIONE, 2019-2018, IN %. [FONTE: ANFIA].....	30
FIGURA 17: QUOTA DELLE VETTURE ECOFRIENDLY PER PAESE SUL TOTALE MERCATO AD ALIMENTAZIONE ALTERNATIVA DI 1.753.307 AUTO NEL 2019. [FONTE: RIELABORAZIONE ANFIA SU DATI ACEA]31	
FIGURA 18: SUDDIVISIONE DELLE ALIMENTAZIONI UTILIZZATE NELLE FLOTTE AZIENDALI. [FONTE: FLEETMAGAZINE.IT]	35
FIGURA 19: RISPOSTE DI INCREMENTO IN ELETTRICO SECONDO UN SONDAAGGIO DI 100 AZIENDE. [FONTE: FLEETMAGAZINE.IT]	36
FIGURA 20: : VANTAGGI PERCEPITI DALLE AZIENDE INTERVISTATE SULLA RICONVERSIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE IN ELETTRICO. [FONTE: FLEETMAGAZINE].....	37
FIGURA 21: DISTRIBUZIONE IMPIANTI FOTOVOLTAICI NELLE REGIONI ITALIANE. [FONTE: GSE]	61
FIGURA 22: COPERTURA AZIENDA TRALFO E RELATIVA INSTALLAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	63
FIGURA 23: ESEMPIO DI IMPOSTAZIONE PER UNA RICARICA MODO 1. [FONTE: E-STATION].....	72

FIGURA 24: ESEMPIO DI IMPOSTAZIONE PER UNA RICARICA MODO 2. [FONTE: E-STATION].....	72
FIGURA 25: ESEMPIO DI IMPOSTAZIONE PER UNA RICARICA MODO 3. [FONTE: E-STATION].....	73
FIGURA 26: ESEMPIO DI IMPOSTAZIONE PER UNA RICARICA MODO 4. [FONTE: E-STATION].....	73
FIGURA 27: DESCRIZIONE DI UN CONNETTORE DI RICARICA DI TIPO 1. [FONTE: E-STATION]	74
FIGURA 28: DESCRIZIONE DI UN CONNETTORE DI RICARICA DI TIPO 2. [FONTE: E-STATION]	74
FIGURA 29: DESCRIZIONE DI UN CONNETTORE DI RICARICA DI TIPO 3A. [FONTE: E-STATION]	75
FIGURA 30: DESCRIZIONE CONNETTORE DI RICARICA DI TIPO 3C. [FONTE: E-STATION]	75
FIGURA 31: IMMAGINE DELLA COLONNINA PROPOSTA PER LA RICARICA AZIENDALE. [FONTE: E-STATION]	77

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1: OBIETTIVO FER COMPLESSIVO AL 2030 (KTEP). [FONTE: PNIEC]	18
TABELLA 2: <i>CONTRIBUTO DELLE RINNOVABILI NEL SETTORE TRASPORTI PREVISTO AL 2030, SECONDO I CRITERI DI CALCOLO DEFINITI DALLA DIRETTIVA RED II PER GLI OBBLIGHI IN CAPO AI FORNITORI DI CARBURANTI ED ENERGIA ELETTRICA (KTEP). [FONTE: PNIEC].....</i>	20
TABELLA 3: UE/EFTA – MERCATO AD ALIMENTAZIONE ALTERNATIVA PER TIPOLOGIA, 2019-2018 VOLUMI, QUOTE E VARIAZIONI PERCENTUALI TENDENZIALI. [FONTE: ANFIA].....	31
TABELLA 4: UE/EFTA – PRINCIPALI MERCATI AD ALIMENTAZIONE ALTERNATIVA, 2019, IN VOLUME. FONTE: RIELABORAZIONE ANFIA SU DATI ACEA	32
TABELLA 5: 5 MAJOR MARKETS EUROPEI, MERCATO AUTOVETTURE PER ALIMENTAZIONE, VOLUMI E VARIAZIONI % ANNUALI, 2019. FONTE: RIELABORAZIONE ANFIA.....	33
TABELLA 6: IMMATRICOLAZIONE VETTURE ELETTRICHE (ECV). [FONTE: NATIONAL AUTOMOBILE MANUFACTURERS' ASSOCIATION]	34
TABELLA 7: ANALISI DEI COSTI E DELLE EMISSIONI DEL PARCO AUTO AZIENDALE A NOLEGGIO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	43
TABELLA 8: ANALISI DEI COSTI E DELLE EMISSIONI DEL PARCO AUTO AZIENDALE COMPLETO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	44
TABELLA 9: DISTRIBUZIONE PERCENTUALE COSTI ANNUALI PARCO AUTO AZIENDALE A NOLEGGIO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	44
TABELLA 10: EMISSIONI CO2 PARCO AUTO AZIENDALE A NOLEGGIO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	45
TABELLA 11: DISTRIBUZIONE PERCENTUALE COSTI ANNUALI PARCO AUTO AZIENDALE. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	46
TABELLA 12: EMISSIONI CO2 PARCO AUTO AZIENDALE COMPLETO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	47
TABELLA 13: DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE EMISSIONI DI CO2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	48

TABELLA 14: AUTO ELETTRICHE DA INSERIRE NEL PARCO AUTO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE SU DATI TECNICI DI ALVOLANTE.IT, QUATTORRUOTE].....	50
TABELLA 15: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 1° SCENARIO, ANNO 1. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	52
TABELLA 16: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 1° SCENARI. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	53
TABELLA 17: RIPARTIZIONE DEL COSTO DELLA FLOTTA ELETTRICA NEL 1° SCENARIO CON ANTICIPO INIZIALE. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	53
TABELLA 18: RIPARTIZIONE DEL COSTO DELLA FLOTTA AL COMPLETO NEL 1° SCENARIO CON ANTICIPO INIZIALE. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	54
TABELLA 19: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 1° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE:RIELABORAZIONE PERSONALE].....	54
TABELLA 20: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 1° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	55
TABELLA 21: RIPARTIZIONE DEL COSTO DELLA FLOTTA AL COMPLETO NEL 1° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	55
TABELLA 22: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 2° SCENARIO, ANNO 1. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	56
TABELLA 23: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 2° SCENARIO CON ANTICIPO INIZIALE. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	57
TABELLA 24: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 2° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	58
TABELLA 25: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 2° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	58
TABELLA 26: RIPARTIZIONE DEL COSTO DELLA FLOTTA AL COMPLETO NEL 2° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	59
TABELLA 27: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 3° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	60

TABELLA 28: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 3° SCENARIO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	60
TABELLA 29: DATI ELETTRICI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	64
TABELLA 30: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 1° SCENARIO CON IMPIANTO FV. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	66
TABELLA 31: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 1° SCENARIO CON FOTOVOLTAICO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	66
TABELLA 32: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 2° SCENARIO CON IMPIANTO FV. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	67
TABELLA 33: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 2° SCENARIO CON FOTOVOLTAICO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	67
TABELLA 34: ANALISI DEI COSTI DI GESTIONE DELLA FLOTTA AZIENDALE 3° SCENARIO CON IMPIANTO FV. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE].....	68
TABELLA 35: ANALISI DELLA VARIAZIONE DI COSTO DEL PARCO AUTO NEL 3° SCENARIO CON FOTOVOLTAICO, ANNO 2. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE]	68
TABELLA 36: CONNETTORI INTEGRATI PER DIVERSE TIPOLOGIE DI AUTO. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE SU DATI SPECIFICI LEASEPLAN.IT, ALD, ARVAL].....	76
TABELLA 37: TABELLA RIASSUNTIVA DEI COSTI DI INVESTIMENTO PER L'INFRASTRUTTURA DI RICARICA. [FONTE: RIELABORAZIONE PERSONALE DA E-STATION].....	78
TABELLA 38: RIELABORAZIONE SCHEDA TECNICA COLONNINA E-STATIO. [FONTE: E-STATION].....	79

SITOGRAFIA

1. <https://www.mise.gov.it/index.php/it/>
2. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_it
3. <https://www.enea.it/it>
4. <http://www.aci.it>
5. <https://sustainabledevelopment.un.org>
6. <http://www.mit.gov.it>
7. <https://unric.org/it/agenda-2030/>
8. <http://www.geuimpianti.it/pubblicaAmministrazione/>
9. <https://www.iea.org>
10. <https://www.b-rent.it>
11. <https://www.anfia.it>
12. <https://www.fleetmagazine.com>
13. <https://www.quattroruote.it>
14. <https://www.alvolante.it>
15. <https://www.leaseplan.com/it-it/>
16. <http://www.aldautomotive.it>
17. <https://www.arval.it>
18. <https://www.e-station.it>

BIBLIOGRAFIA

1. EEA, T. E. (2016). Electric vehicles in Europe. *Publications Office of the European Union*.
2. EEA, T. E. (2016). Toward clean and smart mobility. *EEA Signals 2016*.
3. EEA, T. E. (2016). Transport indicators tracking progress toward environmental targets in Europe. *Transition towards a more sustainable system*.
4. CIVES, C. (2017). Libro bianco sull'auto elettrica. Facciamo la E-Mobility. *START Magazine*.
5. Conca, J. (2014). Well-to wheels analysis of future automotive fuels and powertrain in the European context .
6. IEA. (2017). CO2 emissions from fuel combustion.
7. IPCC, N. N. (January 2018). Global Climate Report for Annual 2017. *State of the Climate*.
8. Territorio, T. T. (2017). Il contributo della E-Mobility alla sostenibilità. Sfide e opportunità per il nostro paese.

Ringraziamenti

Volevo approfittare di uno spazio conclusivo per ringraziare tutte le persone che mi hanno dato la possibilità di concludere al meglio questo percorso nonostante le difficoltà incontrate.

Merito per la realizzazione di questa tesi è da attribuire al prof. Corvaro Francesco al quale sono grato di avermi fatto avvicinare al mondo dell'e-mobility e di tutto ciò che gira attorno all'energia pulita. Sono grato anche per essere stato sempre disponibile nei miei confronti.

Volevo ringraziare la mia famiglia, per avermi concesso la possibilità di intraprendere la carriera universitaria, un mondo che mi ha responsabilizzato e mi ha fatto crescere da tanti punti di vista. Grazie a voi che mi avete supportato in qualsiasi momento di questi tre anni e per non avermi fatto mancare mai niente.

Ringrazio di cuore Chiara, persona alla quale devo tanto, mi ha permesso di crescere come persona, mi ha aiutato nei momenti più difficili che si sono presentati durante questi anni. Non smetterò mai di ringraziarti.

Voglio ringraziare tutti gli amici che fortunatamente ho avuto modo di incontrare durante questa esperienza di vita e quelli che da sempre ci sono stati. Rimarrete sempre con me e nei miei ricordi di quei momenti passati insieme tra esami, notti di studio e di festa, paure e risate.

Per ultimo ma non per importanza, un plauso va all'azienda Tralfo e al suo staff per essere stata disponibile nel fornirmi i dati e il materiale appropriato al fine di conseguire l'analisi della tesi.

A tutti loro vanno i miei più sentiti ringraziamenti.